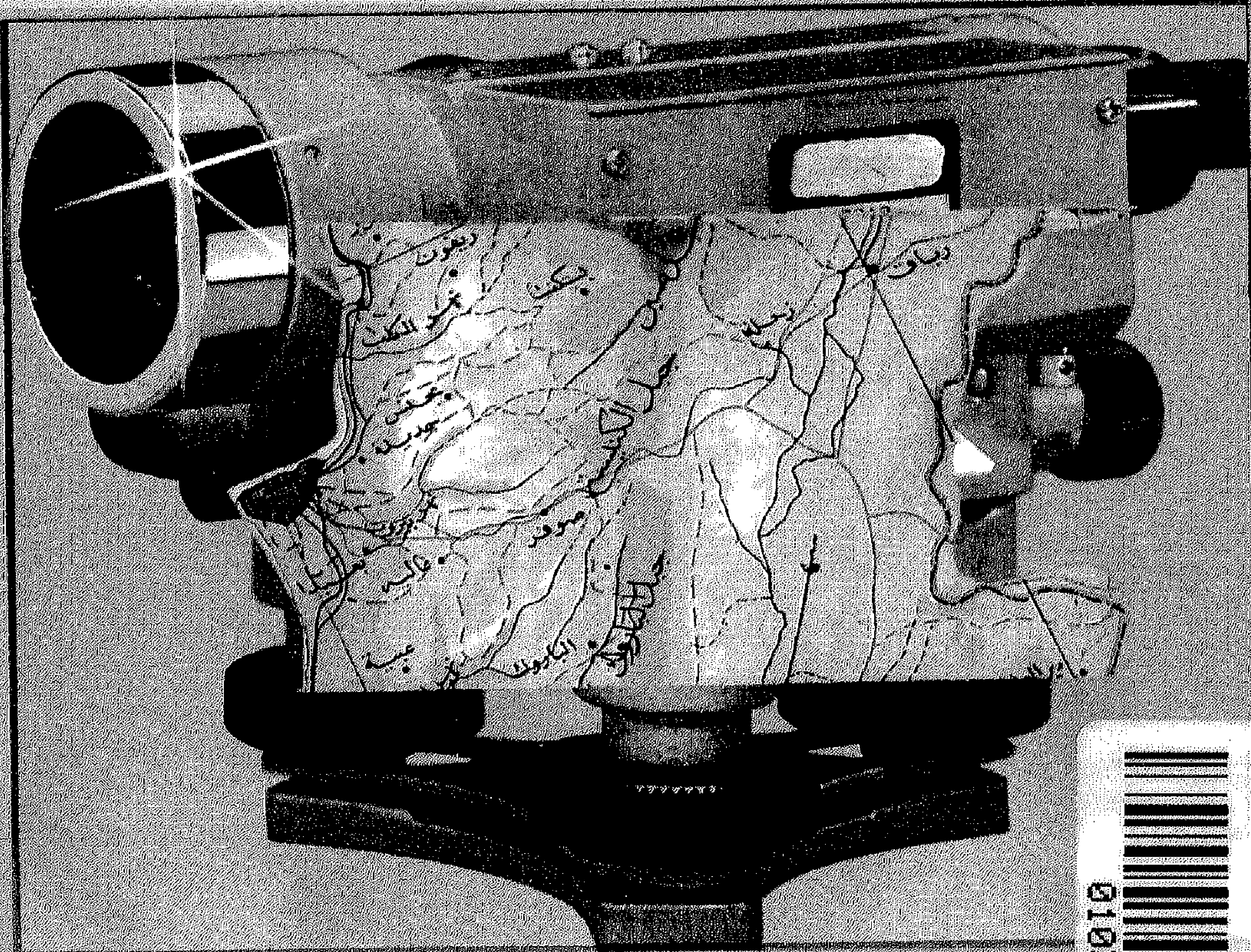
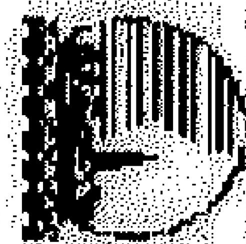
دكتور
إبراهيم زيادي
قسم الجغرافيا - كلية الآداب
جامعتي الإسكندرية وبيروت العربية

# مبادئ الخرائط والمساحة







دار المعرفة الجامعية
٤٠ ش سوتير - الأزاريطة - ت ٤٨٣٠١٦٣
٣٨٧ ش قنال السويس - الشاطبي - ت ٥٩٧٣١٤٦

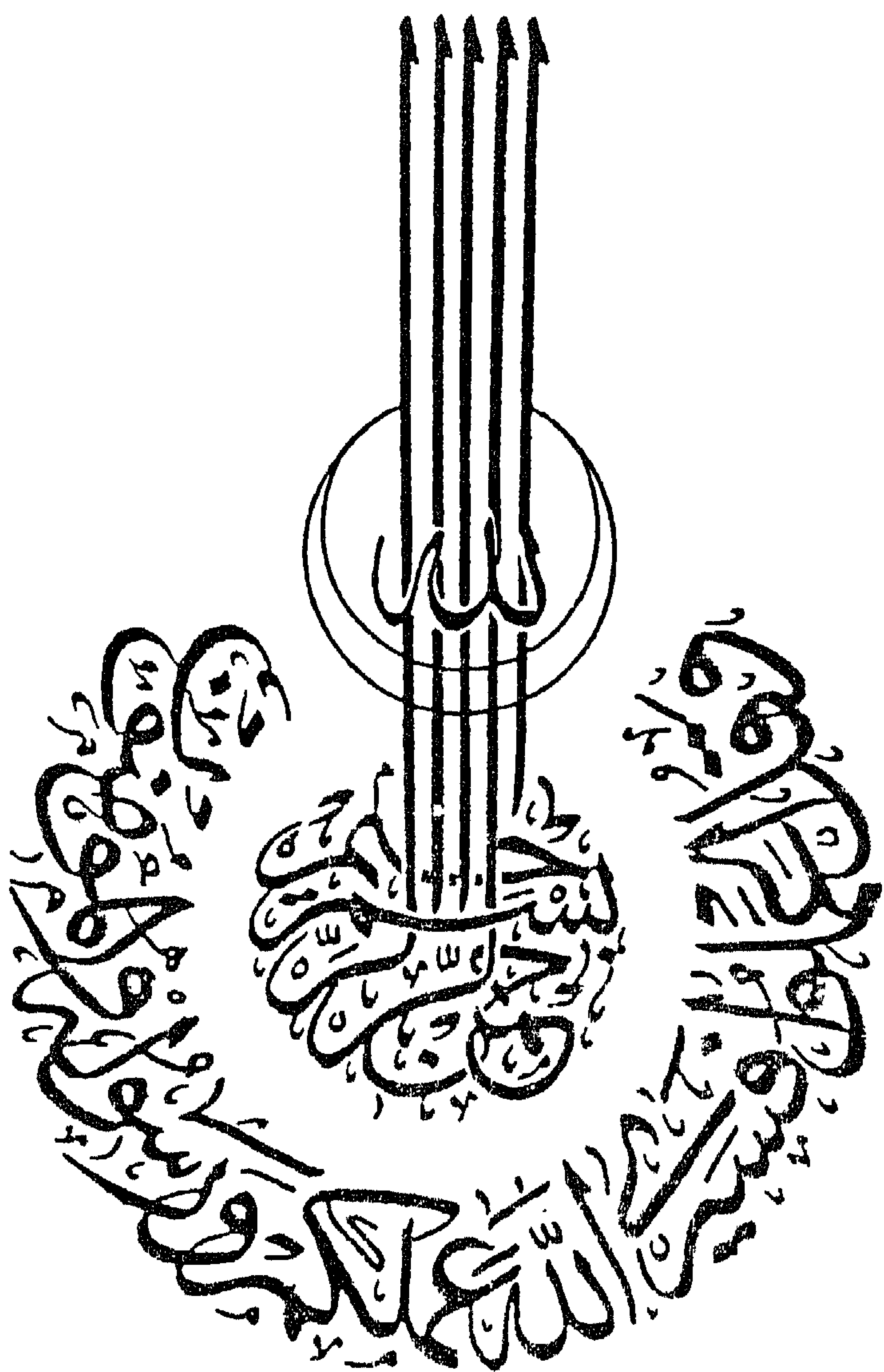
مبادئ الخرائط والمساحة

# مبادئ الخرائط والمساحة

دكتور
إبراهيم زبادى
قسم الجغرافيا - كلية الآداب
جامعتي الإسكندرية وبيروت العربية

١٩٩٧

دار المعرفة الجامعية
٤ ش سوتير الأزاريطة ت ٤٨٣٠١٦٣
ش قنال السويس - الشاطبي ٥٩٧٣١٤٦



# إهــداء

اليهم ...

رفيقة العمر وعبق الحياة

و

الأحباء خالد وحازم ومعتز

## تصدير

تمثل الخرائط أداة جغرافية توضح . مجموعة الحقائق العلمية عن العلاقة بين الانسان وبين بيئته التى تمثل محل اهتمام علم الجغرافيا .

وتعتبر الخرائط مجالاً رحباً لتوزيع هذه الحقائق والربط بينها ، ومن على الخرائط يتم الاستقراء والاستنتاج الذى يفيد عند التخطيط وصنع القرار

وعلم الخرائط بمفهومه الجامع يجعل من الصعب أن يضمه كتاب واحد بعد أن تعددت أنواع الخرائط وانتشر استخدامها فى كل مجالات العلم والمعرفة .

ومن ثم فإن هذا الكتاب الذى نقدمه لابنائنا من طلاب المرحلة الجامعية الأولى إنما يعرض لمبادىء هذا العلم كأساليب تصنيف وترميز وقراءة الخرائط ، مع عرض دون إسهاب لبعض طرق الرفع المساحى التى تفيد الجغرافى فى دراساته الميدانية ، وما قد يستتبع ذلك من إضافة أو تعديل على الخرائط الموجودة أو إنشاء خرائط لمناطق لم يسبق رفعها .

ويقع هذا الكتاب فى بابين اثنين ، يعرض أولهما لمبادىء علم الخرائط ، على حين يعرض ثانيهما لمبادىء علم المساحة المستوية بما يتناسب وقدر المعرفة المطلوب لطلاب قسم الجغرافيا الذى من شأنه أن يفيد فى دراساتهم الجغرافية المستقبلية .

واقراراً بالفضل وإعترافاً بالجميل أجد لزاماً على أن أسجل بكل الإحترام والإعزاز والتقدير شكرى لاساتذتى بقسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة الإسكندرية على ما قدموه لى من علم وعون ورصيد من المعرفة .

وختاماً فاننى أسأل الله العزيز القدير بكماله النافذ الحكم بسلطانه أن أكون قد وفقت فى ما قصدت ، وعلى الله قصد السبيل .

والله الموفق ...

الاسكندرية فى ١٠ إكتوبر ١٩٩١

دكتور
إبراهيم زيادى

# محتويات الكتاب

الموضوع

## الباب الأول

## مبادىء علم الخرائط



### الفصل الأول

### تصنيف الخرائـــط



### الفصل الثانى

### ترمـــيز الخـــرائط

## الفصل الثالث

## الخرائط الجيولوجية



## الفصل الرابع

## خرائـــط التضاريـــس

## والخرائط الطبوغرافية

### أولاً : خرائـــط التضاريـــس



### ثانياً : الخرائط الطبوغرافية



## الفصل الخامس

## خرائط الطقس والمناخ والنبات الطبيعي

## الفصل السادس

## الخرائط البحرية



## الباب الثانى

## مبادىء المساحة



## الفصل الأول

## الرفع بأدوات قياس الأطوال



## الفصل الثانى

## الرفع بأدوات قياس الإنحرافات

## الفصل الثالث

## الرفع باللوحة المستوية



## الفصل الرابع

## المساحة بالتيودوليت



## الفصل الخامس

## القياس غير المباشر للأبعاد

## الفصل السادس

## الميزانـــــــــية

# الباب الأول

# مبادئ الخرائط

- مقدمة .
- **الفصل الأول** : تصنيف الخرائط .
- **الفصل الثانى** : ترميز الخرائط .
- **الفصل الثالث** : الخرائط الجيولوجيه
- **الفصل الرابع** : خرائط التضاريس و الخرائط الطبوغرافية الخرائط .
- **الفصل الخامس** : خرائط الطقس والمناخ والنبات الطبيعى .
- **الفصل السادس** : الخرائط البحرية

## مقدمة

تعتبر الخرائط أولى متطلبات الجغرافى تساعده على التعبير عن البيئة وتعينه على تفهم إمكاناتها وإدراك مشكلات التوزيع بها . وبيئة الجغرافى هى الحيز المكانى بما عليه من يابس وماء وما يغلفه من الهواء ، ومن ثم فإن من الضرورى أن يعمل الجغرافى على إنشاء العديد من الخرائط التى تمثل كل ما يشغل هذا الحيز المكانى من ظواهر جغرافية طبيعية وبشرية مستخدماً لغة الرمز الإصطلاحى التى تتنوع ما بين الموضع والخط والمساحة ، وكذلك طرق التمثيل البيانى المختلفة مستعيناً باللون والظل بهدف التمييز والتيسير فى لغة سهلة مبسطة ومعبرة فى آن واحد بحيث يسهل على القارىء المتخصص وغير المتخصص أن يتفهمها .

ولا تقتصر أهمية الخرائط على دورها فى عرض وإبراز العلاقات الجغرافية . ولم يعد إستخدامها قاصراً على الجغرافى وحده ، بل أصبحت عنصراً مهماً فى كل أفرع العلم المختلفة لما يتوزع عليها من ظواهر طبيعية وبشرية . ولذلك كان حتمياً أن تتسم الخرائط بالدقة المتناهية وبصدق التمثيل ويسر التعبير لمادتها ألا وهى الكرة الأرضية بما فوقها من غطاءات مختلفة صخرية ومائية وعازية وكذلك النباتية والحيوانية والبشرية . من أجل ذلك كان من الضرورى أن تمثل المسافات والأبعاد والإتجاهات مساوية ومماثلة لنظائرها على سطح الأرض بإستخدام الأساليب المساحية فى الرفع ، والطرق الكارتوجرافية فى التوقيع ، ويسبق ذلك إتباع المسقط المناسب الذى يمكن من تحويل الشكل الكروى للأرض إلى لوحة مستوية ، مع الحفاظ على العلاقات والخصائص التى تميز الشكل شبه الكرى للأرض .

وتعد الخرائط البابلية المنقوشة على لوحات من الصلصال من أقدم الخرائط التى أمكن التعرف عليها ، وكانت ترسم بهدف جباية الضرائب وقد تم رسمها بالإستعانة برموز تحدد الإتجاهات . وتمثل المحاولات المصرية لرسم الخرائط مرحلة مهمة فى تاريخ الخرائط ، إذ تعد من أول الخرائط التى تم رسمها إعتماداً

على أرصاد مساحية ، كما تعد أول خرائط توقع على لوحات من الورق إذ رسمت الخرائط المصرية القديمة على لوحات ورق البردى . وقد كان لأهل الصين القدامى دورهم فى تطور علم الخرائط ، فقد كانوا أول من صمم شبكة للأحداثيات الأفقية والرأسية تمكن من تحديد المواقع والمسافات ، كما تمكنوا من التوصل إلى بيان فروق المناسيب .

وإذا ما أردنا أن نؤرخ لعلم الخرائط فإن البداية الحقيقية لهذا العلم ترتبط بما خلفه الأغريق من خرائط وبما أسهم به العلماء منهم من المهتمين بعلم الجغرافيا ، فقد كانوا أول من قسم سطح الأرض بما يعرف بالهيكل الجغرافى لشبكة دوائر العرض وخطوط الطول . ويعد كل من هيكاتيوس وهيرودوت وايراتوستين وهيباركوس وبوزيدنيوس وبطليموس علامات مضيئة بارزة فى تاريخ علم الجغرافيا والكارتوجرافيا ، بل أن بطليموس قد قدم شرحاً لطريقة رسم الكرة السماوية على لوحة مستوية وكذلك طريقة تمثيل الأقواس الكرية مما يعد بداية للإستخدام الصحيح لعلم مساقط الخرائط . ولا تختلف فكرة بطليموس كثيراً عن أسلوب إنشاء الهياكل الجغرافية لشبكة احداثيات خطوط الطول والعرض بالإسقاط الصحيح والمجسم ( الأورثوجرافى والإستريوجرافى ) بل فقد وضع أسس الإسقاط المخروطى .

وبإنتهاء عصر الإغريق ومع العهد الرومانى ظهر ما يعرف بخرائط العصور الوسطى ، التى تميزت بالعدول عن الآراء والحقائق المستنيرة التى توصل إليها من سبقوهم من الإغريق . وتوقف تطور علم الخرائط حتى بداية عصر النهضة ، وإن كانت لمحاولات العرب دورها فى محاولة الحفاظ على التراث الإغريقى ومحاولة الإرتقاء بعلم الجغرافيا والخرائط . ويعتبر كل من البلخى والمسعودى والإدريسى من علماء العرب الذين أسهموا بخرائطهم الشهيرة فى تطور علم الجغرافيا عامة وعلم الخرائط خاصة .

ومع بداية عصر النهضة الذى بدأ بإحياء التراث الإغريقى وترجمة مؤلفات بطليموس بما تضمه من خرائط . وإضافة التعديلات والتصحيحات إلى خرائطه ، بالإضافة إلى حركة الكشوف الجغرافية وتطور فن الطباعة تم الإرتقاء بعلم الخرائط . وظهرت المدارس الإبطاليه والهولندية والفرنسية

والإنجليزية لتسهم فى تطور علم الخرائط وفى إنشاء الخرائط على أسس علمية صحيحة . وظهرت بعض المساقط التى تعتبر أساساً لإنشاء خرائط حتى يومنا هذا مثل مساقط مركيتور وسانسون فلامستيد .

ومع التطور الذى طرأ على طرق الرفع المساحى وأجهزته فى العصر الحديث ، وإستخدام التصوير الجوى والفضائى والإستشعار من بعد ، وتقدم فن الطباعة ، والتوصل إلى ترميز ييسر تمثيل الظواهر الطبيعية والبشرية لا سيما البعد الثالث ، كذلك الظواهر غير المرئية كالحرارة والضغط الجوى . وكذلك طرق التوزيع بإستخدام طريقة التدرج وغيرها من الأساليب الكارتوجرافية . تطور علم الخرائط تطوراً كبيراً يواكب التطور الذى تحقق لعلم الجغرافيا فى العصر الحديث ، وظهرت الأطالس المختلفة العامة والمتخصصة ، وبدأ العالم يسعى لتوحيد أسلوب إنتاج الخرائط موحدة المقياس والترميز . وأصبحت الخرائط أدواتاً تخدم كل فروع العلم والمعرفة تترجم الظواهر وتربط فيما بينها ، وتبرز العلاقات والإرتباط بين ظاهرة وأخرى ، وتفيد فى تحقيق أنسب طرق إستخدام الأرض لتحقيق أعلى معدل للتنمية . ومع ذلك ورغم التطور الحديث الذى طرأ على أساليب الرفع المساحى والتصوير الجوى وأجهزة قراءة الصور الجوية وإنشاء الخرائط المختلفة منها ، إلا أن هناك مناطق واسعة من العالم ما زالت تفتقر إلى الخرائط التى هى أساساً لكل تقدم علمى مرتقب ، ومن هذه المناطق الأراضى غير المأهولة كالصحارى الحارة والجليدية ومناطق الغابات المدارية ومعظم المسطحات المائية ، وكذلك الدول المتخلفة التى لا سبيل لتنميتها إلا بعد إنشاء الخرائط التفصيلية لبيان ظروفها الجغرافية وإدراك مواردها البيئية وكيفية توظيفها لرفاهية سكانها والإرتقاء بها .

# الفصل الأول

# تصنيف الخرائط

# تصنيف الخرائط

نتيجة للتطور الكبير الذى طرأ على علم الجغرافيا فى العصر الحديث ، سواء فى ذلك الجغرافيا الطبيعية أو البشرية ، ونتيجة لتغير مفهوم الجغرافيا من علم وصف الأرض إلى علم يعتمد على الربط والتحليل والإستقراء والإستنتاج ، فقد تنوعت الخرائط وتعددت لتواكب هذا التقدم وأصبح من الصعب إتخاذ أساس واحد لتصنيفها . وتتنوع الخرائط إسقاطاً ومقياساً ، كما تختلف فى مفرداتها ورموزها بإختلاف ما توضحه من ظواهر ، وذلك أمر حتمى لأن كل تطور يطرأ على علم الجغرافيا يصاحبه ظهور أنواع جديدة من الخرائط . وعلى ذلك فإننا سنحاول أن نضع أسساً للتصنيف متعارف عليها وهى :

١ ـــ نوع الإسقاط المستخدم .
٢ ـــ مقياس رسم الخريطة .
٣ ـــ ما توضحه الخريطة من ظواهر .
٤ ـــ الخرائط ما بين النوع والكم .

## أولاً : الخرائط على أساس نوع الإسقاط :

لما كانت الخريطة عبارة عن لوحة مستوية تمثل مساحة من كوكبنا الذى جرى العرف على تسميته مجازاً بالكرة الأرضية ، بينما هو أقرب ما يكون من القطع الناقص ، تتوزع عليه احداثيات خطوط الطول والعرض على شكل أقواس من دوائر عظمى بالنسبة لخطوط الطول ، وعلى هيئة دوائر صغرى أو متوازيات بالنسبة لدوائر العرض ، فإن الخريطة الوحيدة الصحيحة التى تمثل هذا الجيود لا بد وأن تكون موقعة على نموذج مصغر مشابه للأرض . أى أن تحويل هذا الشكل المنحنى إلى لوحة أو لوحات مستوية من شأنه أن يغير من خصائص العناصر الهندسية لشبكة الاحداثيات للهيكل الجغرافى للأرض ، وهى المسافة والإتجاه وأيضاً المساحة .

ومن هنا نشأت الحاجة إلى أسلوب يمكن من تحقيق أكبر قدر من الدقة عند

تمثيل الظواهر الجغرافية الموجودة على السطح الكرى على الأسطح المستوية المعروفة بالخرائط . ومن هنا تتضح أهمية إستخدام الإسقاط بأنواعه المنظور وغير المنظور عند إنشاء الخرائط . ولا يوجد مسقط واحد يمكن من إنشاء خريطة تحقق كل الخصائص الهندسية للكرة الأرضية ، وإنما يحقق كل مسقط شرطاً أو إثنين فقط وتظهر بقية الخصائص وقد أصابها قدر من التشويه وعدم الدقة .

وعلى ذلك فمن الجائز إتخاذ مسقط الخريطة أساساً لتمييزها عن غيرها ، أى أساساً لتصنيف الخرائط على النحو الآتى :

**١ ـــ خرائط تحقق خاصية تساوى الأبعاد :**

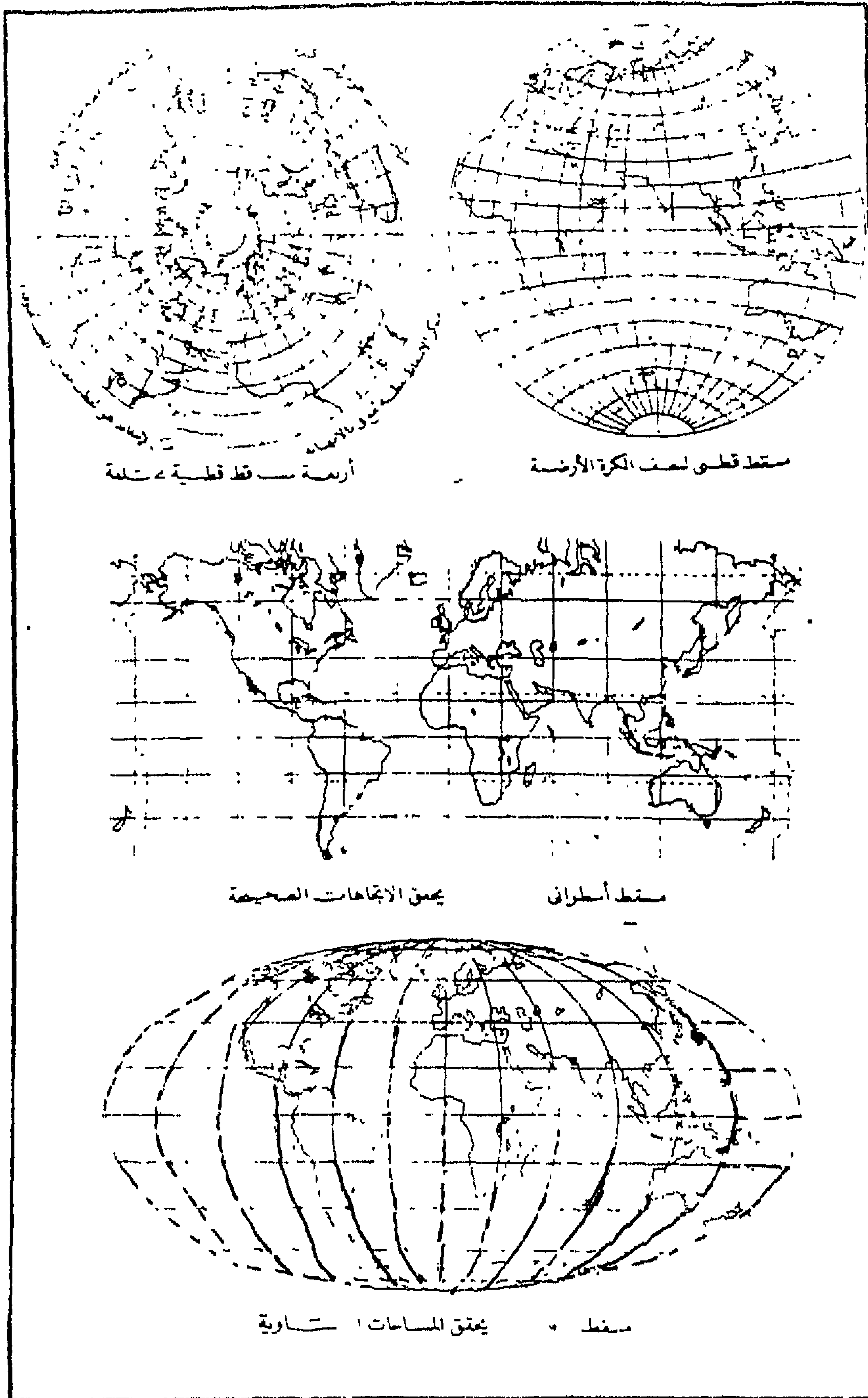
وهى الخرائط التى ترسم على هياكل جغرافية لمساقط منظورة أو معدلة تحقق شرط تساوى المسافات اما فى كل الخريطة ، أو فى أجزاء معينة منها تبعاً لنوع المسقط المستخدم ، مثل المساقط الإتجاهية متساوية المسافات سواء فى ذلك المركزية أو المجسمة أو الصحيحة . وأيضاً المسقط المخروطى بعرضين رئيسين ومسقط سانسون وفلامستيد .

**٢ ـــ خرائط تحقق خاصية صحة الإتجاه :**

وهى الخرائط التى ترسم على هياكل جغرافية لمساقط تحقق شرط الإتجاه الصحيح ، مثل مسقط مركيتور والمسقطالمجسم . فهى مساقط تحقق الإتجاه المطابق لنظيره على سطح الأرض ومن ثم فهى تستخدم فى إنشاء خرائط النقل البحرى بصفة خاصة .

**٣ ـــ خرائط تحقق خاصية تساوى المساحات :**

لما كانت الخريطة تستخدم لتوزيع بعض أو كل الظواهر الجغرافية فى حيز مكانى معين ، وحتى يتحقق الغرض من الخريطة ، فلا بد وأن تكون المساحات على الخريطة مساوية لنظائرها على الطبيعة ، وهذا شرط واجب فى خرائط التوزيعات الجغرافية . وتعد المساقط الأسطوانى متساوى المساحات ولا مبرت وبون والبرر وسانسون فلامستيد من المساقط التى تحقق خاصية تساوى المساحات . ومن ثم فإن الخرائط المرسومة على أساس هذه المساقط




( شكل رقم ١ )

الهيكل الجغرافى لبعض أنواع مساقط الخرائط

تصلح لبيان التوزيعات الجغرافية بإستخدام الرموز المناسبة لكل ظاهرة حتى يتحقق الغرض من إنشاء الخريطة وبيان درجة تركز الظاهرة . ( شكل رقم ١ ) .

## ثانياً : تصنيف الخرائط على أساس مقياس الرسم :

يقصد بمقياس رسم الخريطة نسبة التصغير التى يستخدمها الكرتوجرافى عند توزيع الظواهر الجغرافية فى مواقعها على الخرائط ، ومن ثم فإن هناك علاقة بين مقياس رسم الخريطة وبين ما يمكن أن يوزع عليها من ظواهر بحيث تظهر واضحة ومعبرة . ويتيح ذلك إستخدام مقياس رسم الخريطة أساساً لتصنيف الخرائط على النحو الآتى :

### ١ ـ الخرائط العامة :

وهى الخرائط التى ترسم بمقياس رسم صغير يقل عن ١ : ٥٠٠ ألف ، وبذلك فإن مقياسها يسمح ببيان حيز مكانى أكبر على حين لا يسمح ببيان أى من التفاصيل ، بمعنى أن هذه الخرائط تهدف إلى إعطاء صورة عامة للمكان موضحة أهم ما يميزه من ظواهر جغرافية كبرى وتهمل ما لا يسمح المقياس بيانه من تفاصيل . ومن أمثلتها خرائط الحائط للعالم أو لنصف الكرة الأرضية وخرائط القارات وخرائط المحيطات وخرائط الأقاليم الجغرافية وخرائط الوحدات السياسية ، كذلك الخرائط التى تضمها الأطالس العامة . ( شكل رقم ٢ ) .

### ٢ ـ الخرائط الطبوغرافية :

وهى الخرائط التى ترسم بمقياس رسم متوسط يزيد عن ١ : ٥٠٠ ألف ولا يقل عن ١ : ٢٥ ألف ، وبذلك فإن مقياس رسمها يسمح ببيان حيز مكانى أصغر منه فى الخرائط العامة . ويتيح ذلك توزيع عدد أكبر من الظواهر الجغرافية بدقة مناسبة تسمح ببيان بعض التفاصيل التى تختلف بإختلاف توظيف الخريطة الطبوغرافية . فمن الخرائط الطبوغرافية

العامة التى تعد أساساً للمشروعات المدنية ، إذ توضح كل الظواهر الجغرافية مثل خطوط المناسيب المتساوية وخطوط الأعماق ومناطق النبات الطبيعى ، والتقسيم الإدارى ومراكز العمران وشبكة الطرق ومراكز الخدمات ، وغيرها من الظواهر الطبيعية والبشرية .

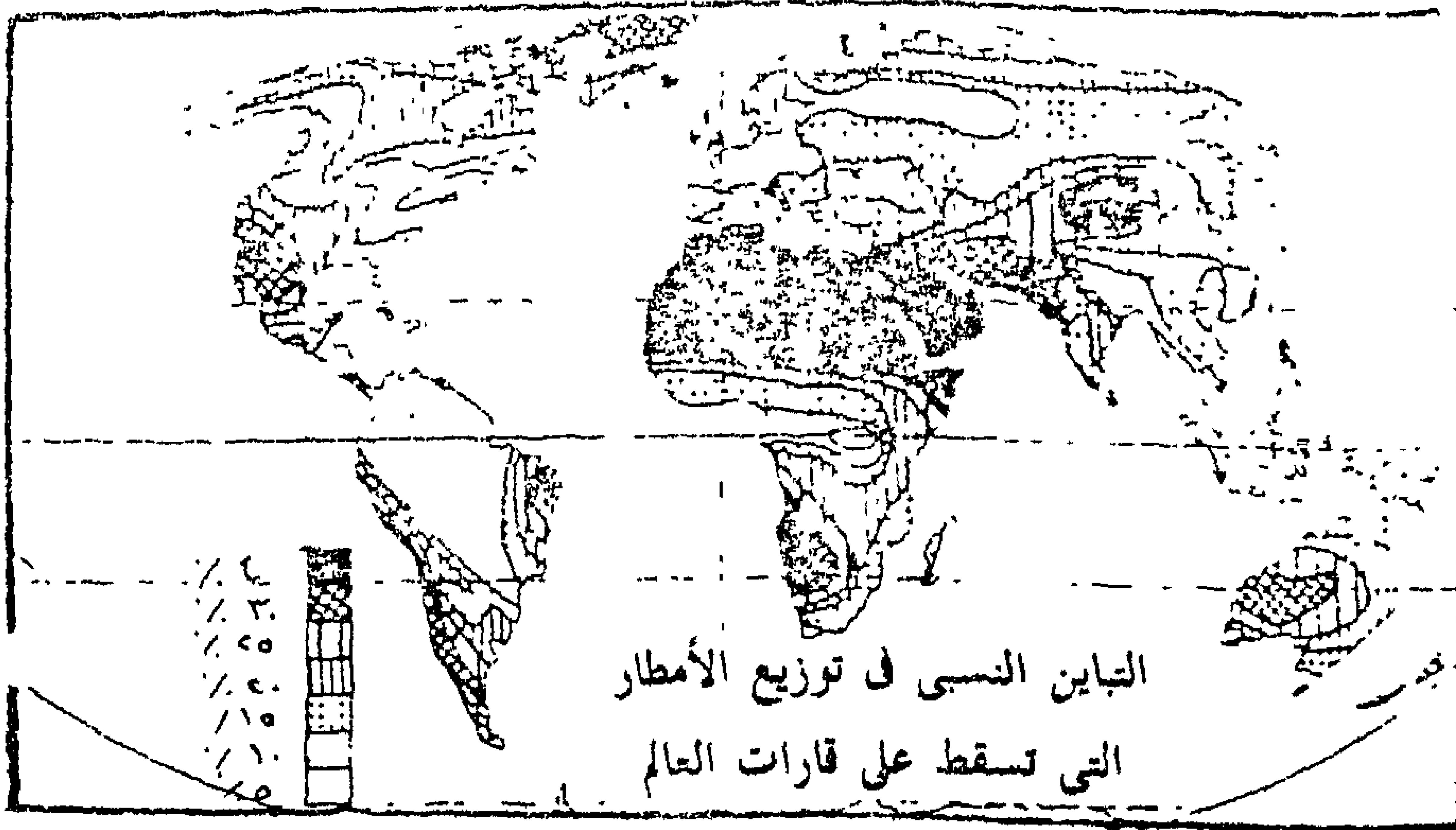
ومن الخرائط الطبوغرافية الخرائط الحربية التى تستخدم فى العمليات العسكرية ، ومن ثم يكون الإهتمام ببيان تفاصيل سطح الأرض وشبكات النقل والإتصال ، وغيرها من الظواهر التى تفيد فى الأغراض الحربية .

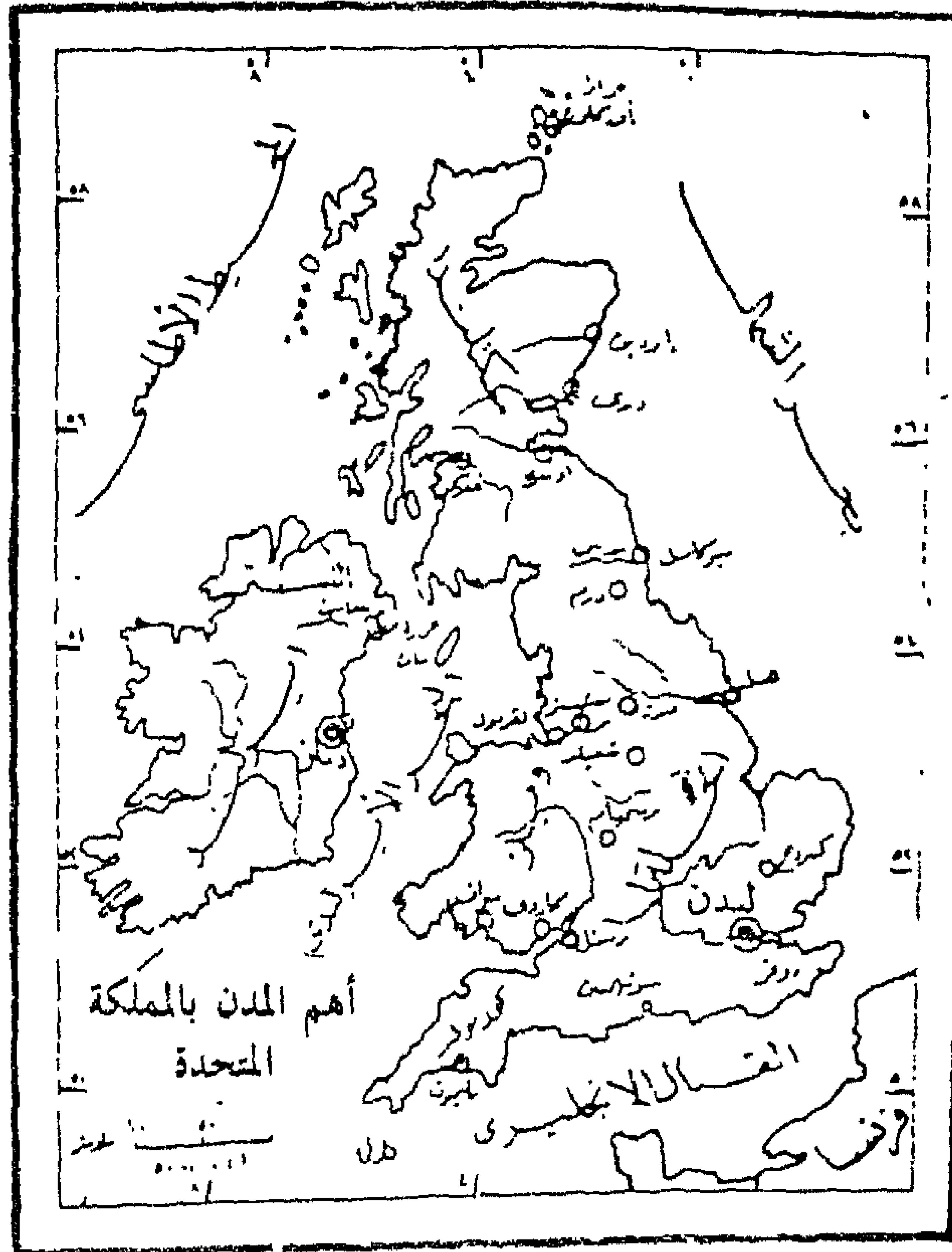
وتعد الخرائط الطبوغرافية خرائط أساس لإنشاء خرائط إستخدام الأرض وتوضح هذه الخرائط الظواهر الجغرافية الطبيعية إلى جانب النشاط البشرى ، مما يتيح التوصل إلى العلاقة بينهما . وتفيد فى ترشيد هذا الإستخدام بحيث تتحقق أعلى إفادة من الظروف الطبيعية لتحقيق الأسلوب الأمثل لإستخدام الأرض فى الحيز الجغرافى المبين على الخريطة الطبوغرافية . ( شكل رقم ٣ ) .

### ٣ ــ الخرائط التفصيلية :

وهى الخرائط التى ترسم بمقياس كبير يزيد عن ١ :١٠ آلاف ، وبذلك فإن مقياس رسمها يسمح ببيان التفاصيل داخل حيز مكانى محدود المساحة . وتفيد هذه الخرائط فى مجالات تحديد الزمام الزراعى والأحواض وبيان الملكيات فى الريف وتوضح تفاصيل العمران الحضرى . وتعرف الخرائط التى تختص بالريف بخرائط فك الزمام ، على حين تعرف الخرائط التى تهتم بالحضر بخرائط تفريد المدن .

ونظراً لتباين أوجه إستخدام الأرض بين الريف وبين الحضر ، فإن خرائط فك الزمام ترسم بمقياس ١ : ٢٥٠٠ ، على حين ترسم خرائط تفريد المدن بمقياس أكبر ١ : ٥٠٠ . ( شكل رقم ٤ ) .




( شكل رقم ٢ )

نماذج من خرائط صغيرة المقياس

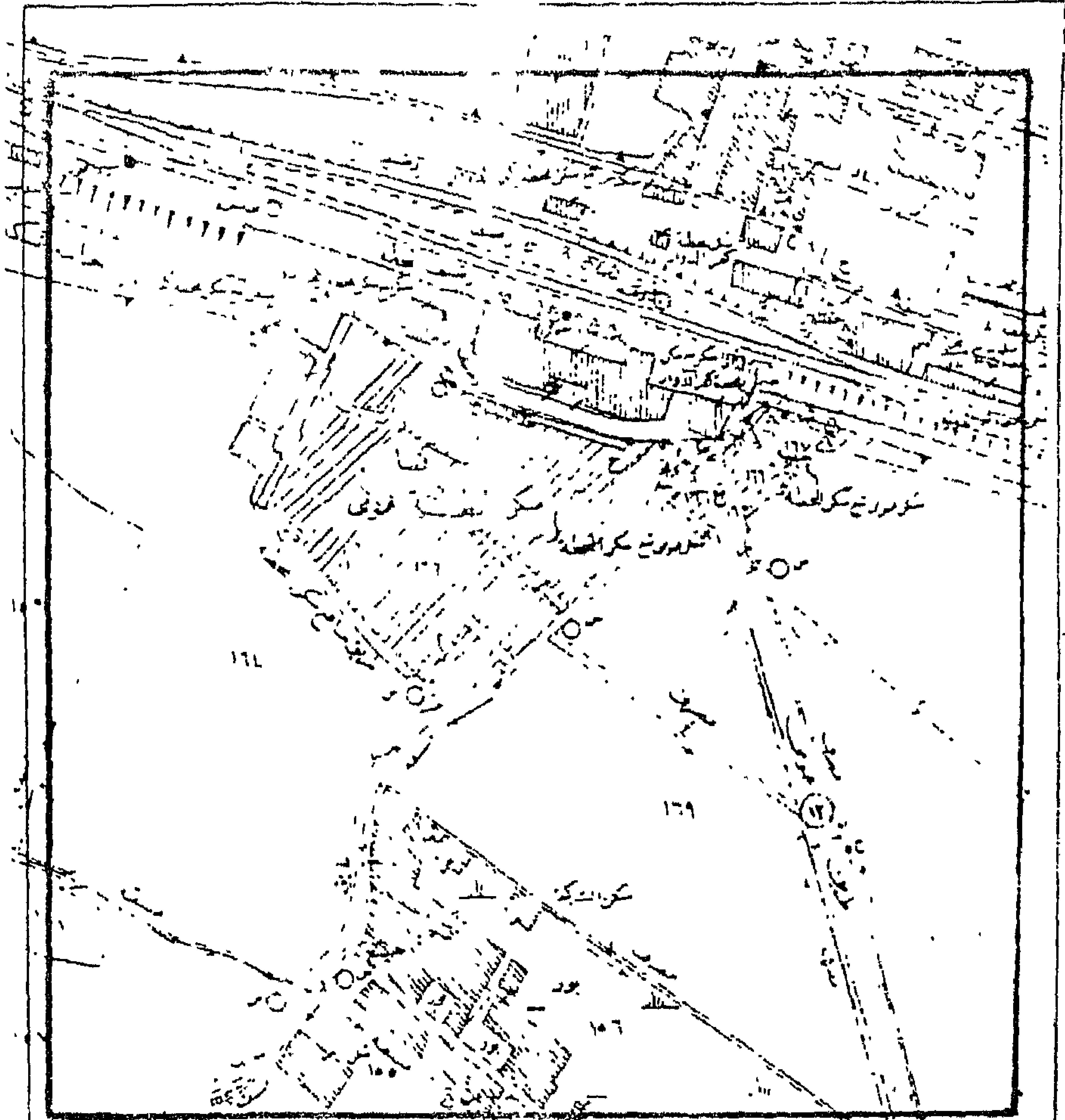
خريطة طبوغرافية لمنطقة
من جنوب دلتا النيل

سكك حديد
طرق ثانوية
حدود إدارية
خطوط كنتور
ترع رئيسية
مدن رئيسية
مراكز
قرى
مساجد
مطار أرضي
مستنقعات
كثبان رملية
مقياس الرسم ١ : ٥٠٠٠٠٠

( شكل رقم ٣ )

خريطة متوسطة المقياس

( طبوغرافية )




( شكل ر[illegible] )

خريطة تفصيلية ( [illegible] )

**ثالثاً : تصنيف الخرائط على أساس ما توضحه من ظاهرات :**

ترتب على تزايد إهتمامات الجغرافى بحيث تشمل دارساته كل ما على سطح الأرض من ظواهر طبيعية وأخرى بشرية ، تعدد أنواع الخرائط وإختلاف ما توضحه من ظاهرات بإختلاف الظواهر والإهتمامات ، مما يجعل من المتعذر حصرها وبالتالى تصنيفها . إلا أننا من الممكن أن نضع تصوراً لتصنيف الخرائط على هذا الأساس إلى مجموعتين رئيسيتين :

**أ ـــ الخرائط الطبيعية :**

ويندرج تحت هذه المجموعة عدد كبير من الخرائط منها :

**١ ـــ الخرائط الجيولوجية :**

وتضم بدورها عدداً من الخرائط منها خرائط توزيع أنواع الصخور وخرائط البنية والتراكيب الجيولوجية وخرائط التأريخ الجيولوجى . وتمثل هذه الخرائط خرائط أساس لتفهم أشكال السطح فى المكان ، ويسترشد بها خاصة الدراسات المتعلقة بالثروة المعدنية ومصادر الطاقة ومصادر المياه الجوفية . كما تعد عنصراً مهماً عند إقامة المشروعات الهندسية المختلفة . ( شكل رقم ٥ ) .

**٢ ـــ خرائط السطح :**

وتوضح هذه الخرائط إختلاف مناسيب سطح الأرض من موقع لآخر ، كما تبين درجة الإنحدار ونوعه . وتعد الخرائط الكنتورية أمثل الخرائط لبيان الأشكال الأرضية وأساساً لإنشاء الخرائط الجيومورفولوجية ، وتزداد أهميتها عند إنشاء المشورعات خاصة شبكات الطرق وشبكات الرى والصرف . ( شكل رقم ٦ ) .

٣ ــ لوحات الطقس .

وهى خرائط توضح تسجيلاً بالرمز الإصطلاحى لأرصاد عناصر الجو المختلفة فى محطات الأرصاد الجوية الموقعة عليها . وعلى ذلك فإن ما توضحه من ظواهر جوية يخص توقيت الرصد ، ويختلف من وقت لآخر خلال اليوم والليلة . وبذا تصبح هذه اللوحات ممثلة لظواهر قد إنتهت بإنتهاء عملية الرصد ، ولذلك فإنها تصدر كل ستة ساعات . وتفيد فى الربط بين الأحوال الجوية فى المراصد المختلفة وكذلك بين الأوقات المختلفة ، مما يفيد فى عملية التنبؤ الجوى لفترات مستقبلية قصيرة الأمد . ( شكل رقم ٧ ) .

٤ ــ خرائط المناخ :

وتوضح هذه الخرائط الصفة الغالبة على عناصر الجو خلال فترة زمنية طويلة . وتنشأ على أساس المتوسطات المناخية والمعدلات لعدة سنوات سابقة ، ومنها خرائط خطوط الحرارة المتساوية ، وخرائط خطوط الضغط الجوى المتساوية ، وإتجاهات الرياح ، وخرائط خطوط المطر المتساوية الفصلية أو السنوية . كذلك فإن هناك نوعاً مهماً من خرائط المناخ وهو خرائط الأقاليم المناخية التى ترسم على أساس معادلات تعتمد على بعض عناصر المناخ كالحرارة والمطر ، ويصنف الحيز الجغرافى إلى أقاليم لكل منها خصائصه المناخية المميزة . ( شكل رقم ٨. ــ أ وشكل رقم ٨ ــ ب ) .

٥ ــ خرائط النبات الطبيعى :

وتوضح توزيع أنواع النباتات الطبيعية على سطح الأرض فيما يعرف بخرائط الأقاليم النباتية .

٦ ــ خرائط التربة :

وتوضح هذه الخرائط توزيع أنواع الترابات المختلفة فى الحيز المكانى .

ب ـــ الخرائط البشرية :

وهى مجموعة الخرائط التى تهتم بدارسة السكان كظاهرة ، من حيث السلالة والعدد ، والنوع والتطور ، والتوزيع وأوجه نشاطهم المختلفة . كما توضح كل الظواهر التى نتجت عن فعل الإنسان ، مثل خرائط توزيع المحلات العمرانية وخرائط النقل وخرائط الرى والصرف وخرائط الخدمات .

وتعتبر خرائط إستخدام الأرض من أهم أنواع هذه الخرائط إذ تبين الإستخدامات الفعلية للأرض الزراعية والتعدينية والصناعية وغيرها .

وتعتبر خرائط التوزيعات الجغرافية التى تعتمد فى رسمها على طرق التمثيل البيانى نمطاً شائع الإستخدام فى الخرائط البشرية .

## رابعاً : تصنيف الخرائط بين النوع والكم :

يعتمد هذا التصنيف على أسلوب توزيع الظاهرة الجغرافية على الخرائط ومدلوله الذى يتوافق حتماً مع طبيعة الظاهرة محل التوزيع .

فقد تمثل الظاهرة برمز يدل على نوعها فتصنف الخرائط على أنها خرائط نوعية ، أما إذا إستخدم رمز له مدلول كمى صنفت الخرائط على أنها خرائط كمية .

### ١ ـــ الخرائط النوعية :

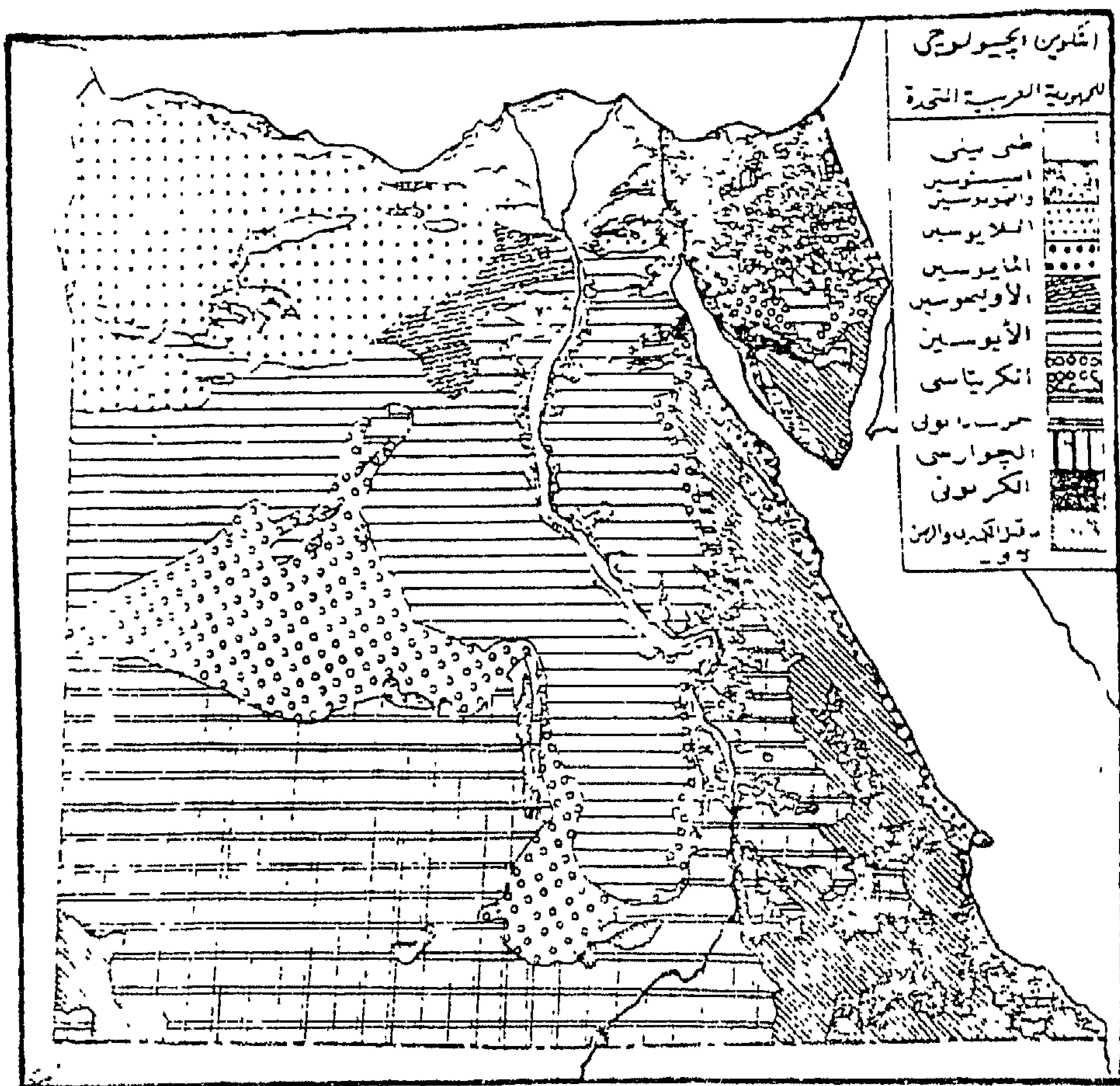
وهى الخرائط التى توضح ظاهرة ما لبيان النوع فقط . ومن أمثلة هذه الخرائط خرائط توزيع أنواع الصخور وخرائط التراكيب الجيولوجية وخرائط التاريخ الجيولوجى ، وخرائط النبات الطبيعى وخرائط التربة ، وأيضاً خرائط توزيع السلالات وخرائط توزيع اللغات وخرائط توزيع الديانات ، وخرائط التقسيم الإدارى ، وخرائط الثروة المعدنية وخرائط إستخدام الأرض وغيرها .

### ٢ ـــ الخرائط الكمية :

وهى الخرائط التى توضح الظواهر الجغرافية نوعاً وكماً . وتستخدم فى

رسمها الرموز ذات المدلول الرقمى التى لقارىء الخريطة معرفة مقدار الظاهرة .

والخرائط الكمية ذات مجال متعدد ، وتتوقف دقتها وقيمتها العلمية على حسن إختيار الرمز . ومن أمثلة هذه الخرائط الخرائط الجيولوجية التى توضح سمك الطبقات وإتجاه ومقدار الميل ، والخرائط الكنتورية التى توضح تضاريس وأشكال سطح الأرض بطريقة كمية وأيضاً خرائط المناخ ومنها خرائط خطوط الحرارة المتساوية والضغط المتساوى والمطر المتساوى . ومن الخرائط الكمية خرائط توزيع أعداد السكان وكثافة السكان ، كما تعتبر خرائط النشاط الإقتصادى من الخرائط الكمية التى تعتمد فى رسمها على طرق التمثيل البيانى ، ذات البعد الواحد مثل السلاسل الزمنية والأعمدة البيانية بأنواعها . وكذلك طرق التمثيل البيانى ذات البعدين ، مثل الدوائر البيانية والمربعات والمثلثات . وأحياناً ما يلجأ الكرتوجرافى لطرق التمثيل البيانى ذات الثلاثة أبعاد مثل الكرة والمكعب .




( شكل رقم ٥ )

خريطة التكوين الجيولوجى لمصر

( خريطة نوعية )

( شكل رقم ٦ )

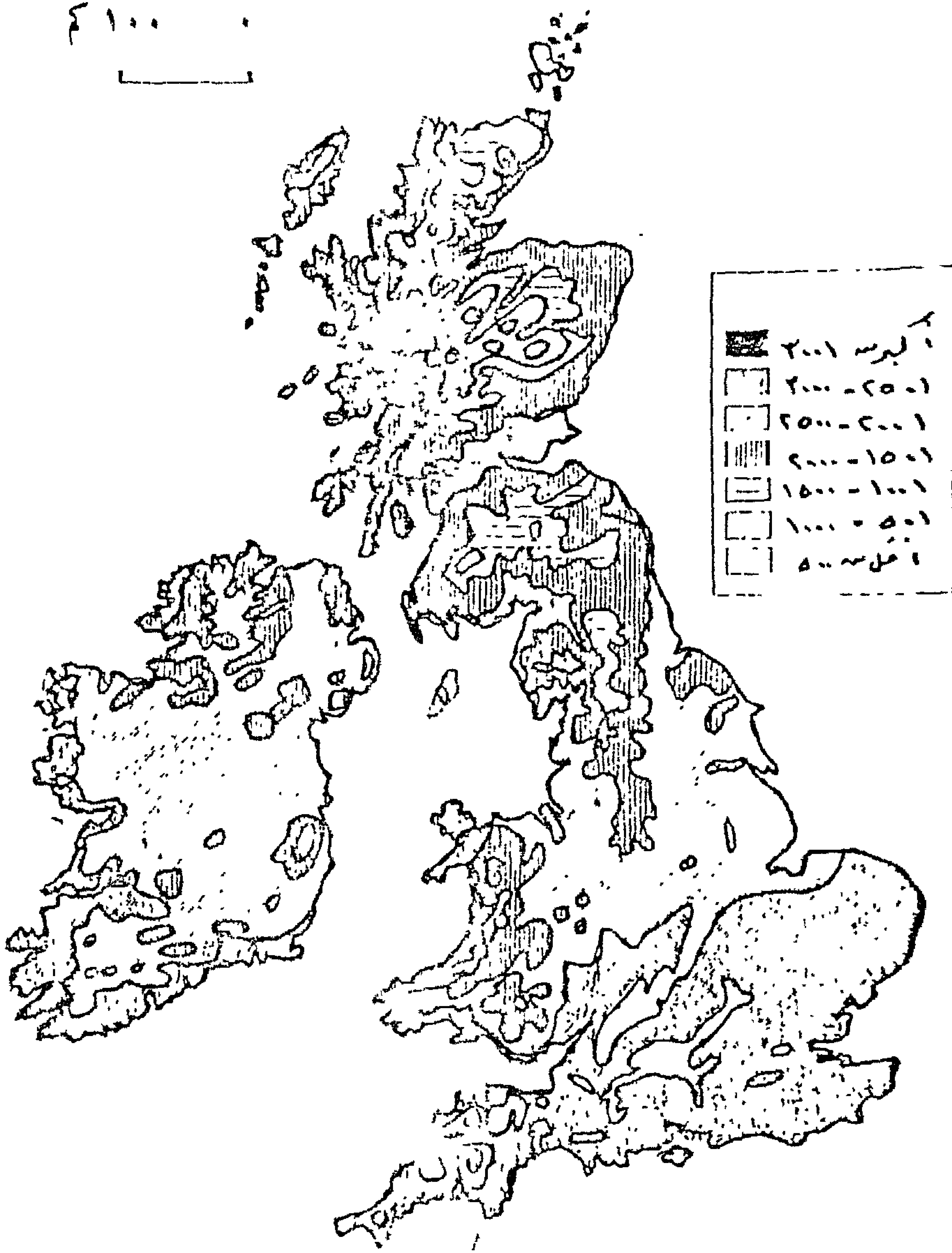
خريطة مظاهر السطح فى أفريقيا

( خريطة كمية )

( شكل رقم ٧ )

لوحة طقس للمملكة المتحدة

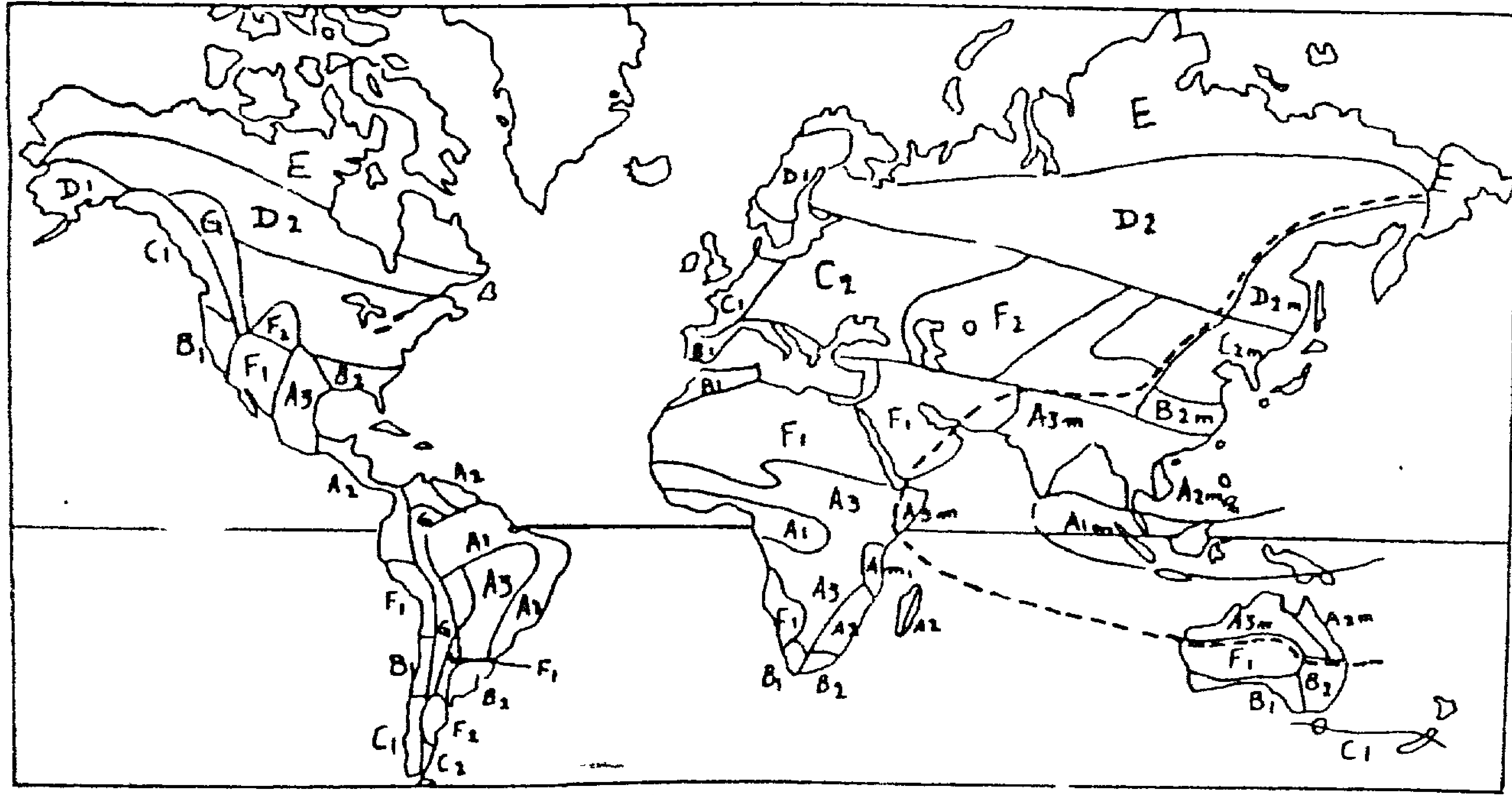
( خريطة نوعية كمية )




( شكل رقم ٨ ــ أ )

نموذج لخريطة مناخية للمملكة المتحدة

( خريطة كمية )




( شكل رقم ٨ ــ ب )

لأقاليم المناخية فى العالم حسب التقسيم المناخى لأوستن ملر

( خريطة نوعية )

# الفصل الثاني

# ترميز الخرائط

# ترميز الخرائط

تعتبر الخرائط تسجيلاً صادقاً للظواهر الجغرافية بلغة مفرداتها رموز إصطلح على مضمونها ومدلولها ، وكأى لغة فإن مفردات الخرائط تكون معاً جملاً تعبر عن العلاقات البيئية المختلفة من منظور جغرافى متكامل . وكلما كانت الرموز المستخدمة لتمثيل الظواهر الجغرافية على الخرائط صادقة ومعبرة كلما زادت قيمة الخريطة . ولغة الخرائط تعتمد على ثلاثة أنواع من الرموز لكل منها مدلوله تبعاً لنوع الظاهرة الموقعة على الخريطة وهذه الرموز هى :

١ — رمز الموضع .
٢ — رمز الخط .
٣ — رمز المساحة .

كما يستعان ببعض أساليب التمثيل البيانى فى إنشاء بعض الخرائط لا سيما الخرائط التى تخدم الجغرافيا البشرية .

كما تستخدم الألوان إلى جانب الرموز لتضفى على الخرائط رونقاً ، ولتيسر على القارىء غير المتخصص قراءة الخرائط .

وتمكن هذه الرموز من تحقيق أهداف علم الجغرافيا سواء بالوصف حيث تدل الرموز على نوع الظاهرة فقط ، أو بالربط والتحليل الكمي الذى يميز علم الجغرافيا فى هذا القرن حيث تدل الرموز على النوع والكم معاً مما ييسر عملية الإستقراء والإستنتاج من على الخرائط .

وعلى ذلك فرموز الخرائط تندرج تحت مجموعتين رئيسيتين هما الرموز النوعية ( غير الكمية ) ، والرموز الكمية . وتنسب الخرائط إلى نوع الرمز المستخدم فى رسمها فهى إما خرائط نوعية أو خرائط كمية .

## أولاً : الرموز النوعية :

### أ — رمز الموضع النوعى :

ويقصد برمز الموضع النوعى الأشكال الهندسية المتماثلة كالنقط أو الدوائر أو

المربعات أو المثلثات وغيرها . وقد تستبدل هذه الأشكال الهندسية بأشكال تصويرية تمثل الظاهرة ، أو تحل محلهما الحروف الهجائية .

وعلى الرغم من أن الخرائط الجغرافية التى ترسم بتوزيع رموز الموضع النوعية لا توضح الأهمية النسبية للظاهرة من موقع لآخر ، فالرموز جميعاً تكون متماثلة لا تفرق بين ظاهرة مهمة وأخرى أقل منها أهمية ، وتظهر الخريطة وقد تساوت فيها قيم الظواهر وهذا غير مطابق للواقع مما يقلل من قيمة هذه الخرائط . إلا أننا لا ننكر أهميتها خاصة عند نقص البيانات الكمية أو عند إنشاء خرائط الكتب التعليمية أو خرائط المعارض ، أو بمعنى آخر عند إنشاء خرائط وصفية توضح التوزيع الجغرافى للظاهرة فى الحيز المكانى المبين على الخريطة .

وتستخدم رموز الموضع غير الكمية فى تمثيل الظاهرات ذات المواضع المحددة على الخرائط كالمدن والموانىء والمطارات والمناجم ومكاتب الخدمات والمزارات السياحية ومواقع المصانع وما إلى ذلك من ظواهر .

وعلى الرغم من عدم بيان فرق القيمة والأهمية للظاهرة فى كل أجزاء الخريطة ، فإنه من الممكن التمييز بين النوع الواحد فى حدود معينة . وعلى سبيل المثال إذا ما إستخدم رمز الدائرة لتوزيع المحلات العمرانية على خريطة ما ، فإنه من الممكن أن نميز بين الدوائر برسمها مصمتة أو مفرغة أو مظللة أو ملونة لنميز ونفرق بين محلة عمرانية وأخرى وفق المعايير الجغرافية المتعارف عليها . ( شكل رقم ٩ ) .

**ب ـــ رمز الخط النوعى :**

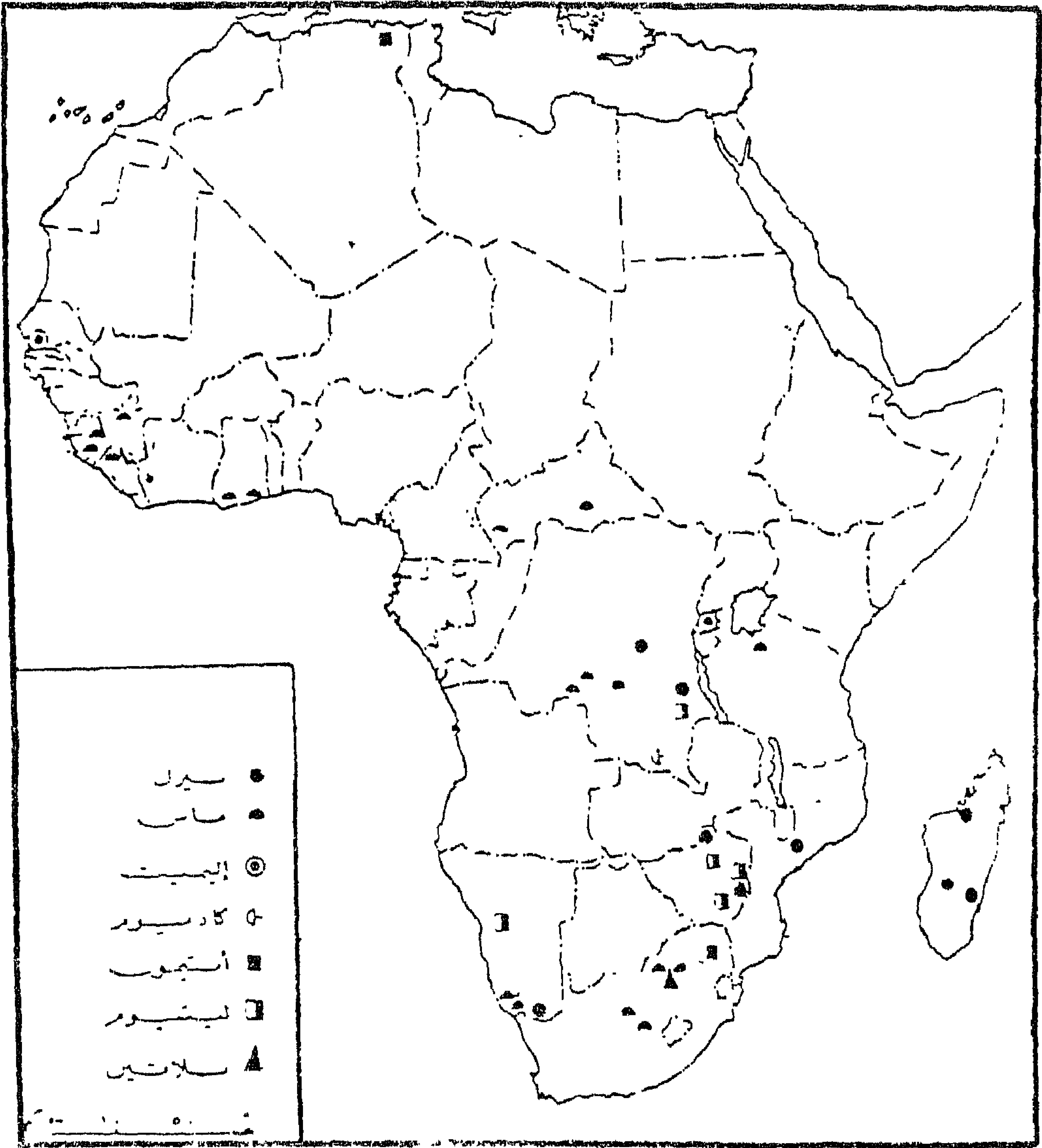
تمشياً مع ضرورة أن تكون الخريطة صادقة ومعبرة وبسيطة فى عرض مضمونها ومحتواها العلمى ، فإنه من المناسب إستخدام رمز الخط لتمثيل الظواهر ذات الإمتداد الطولى مثل خط الساحل أو النهر أو الحد السياسى أو طرق النقل . وبإختلاف شكل الخط أو سمكه أو لونه يكون التمييز بين الظاهرة الواحدة على الخريطة تبعاً لوزنها وأهميتها . وعلى سبيل المثال تستخدم أشكال من الخطوط للتمييز بين المسالك وبين الطرق الفرعية وبين الطرق الرئيسية . وكذلك التمييز بين الحد السياسى والحد الإدارى . ويتضح من ذلك أن رمز

الخط على هذا النحو إنما يظهر النوع وتوزيعه وقد يوضح الفروق العامة بين النوع الواحد دون الإشارة إلى أى مدلول كمى . ( شكل رقم ١٠ ) .

### جـ ــ رمز المساحة النوعى :

يستخدم هذا الرمز لتمييز مساحة عن الأخرى على الخريطة الواحدة من حيث نوع الظاهرة التى توضحها الخريطة وذلك بتظليل أو تلوين كل مساحة بظل أو لون خاص يدل على ظاهرة معينة ، ولا يتكرر هذا النوع من الظلال أو اللون على الخريطة إلا إذا ما تكرر توزيع نفس الظاهرة فى مساحة أخرى .

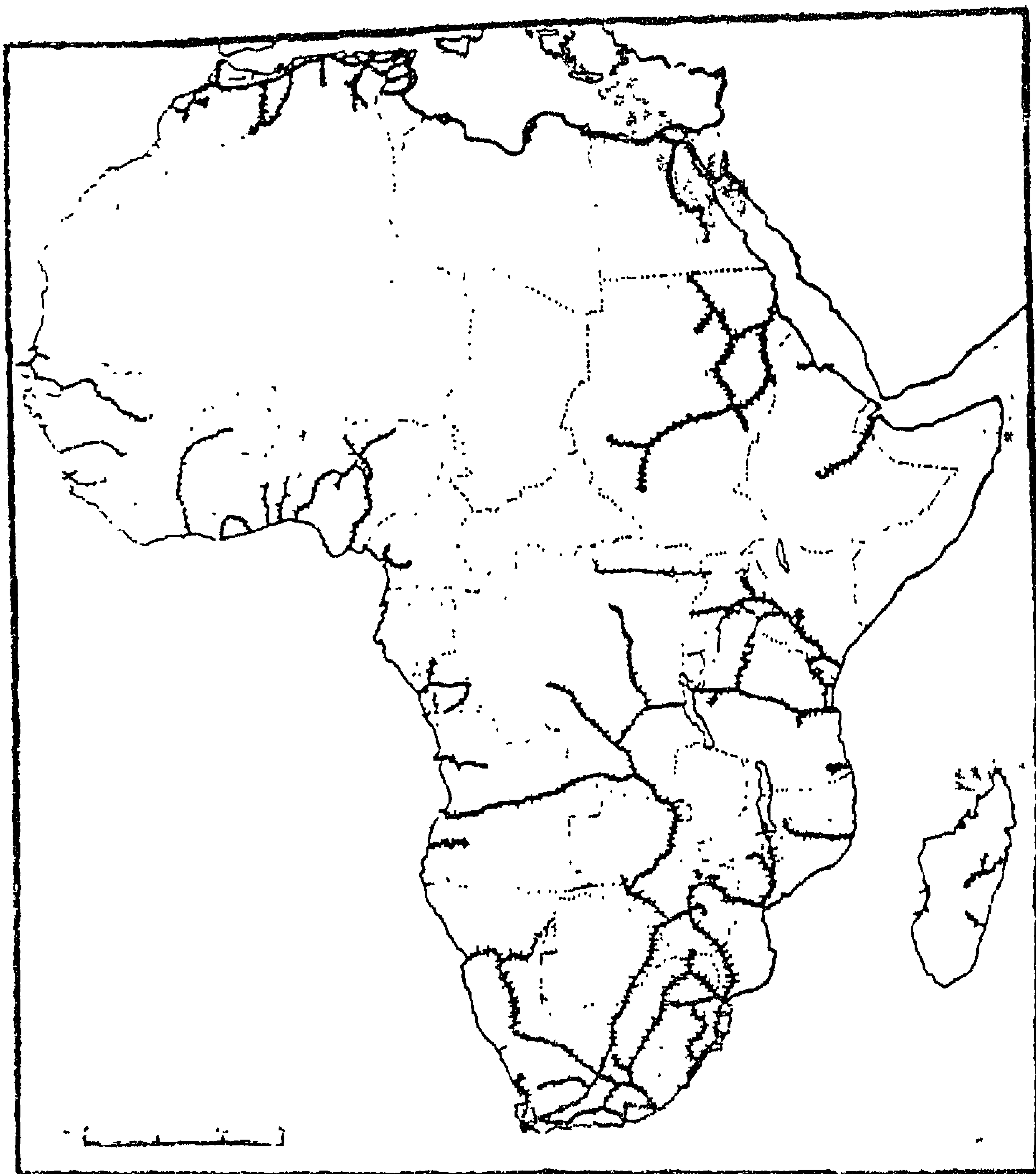
ويغلب الإستعانة بهذه الرموز المساحية النوعية فى إنشاء عدد كبير من الخرائط النوعية مثل خرائط الأقاليم المناخية ، وخرائط الأقاليم النباتية ، وخرائط توزيع الأجناس ، وخرائط توزيع اللغات ، وكذلك خرائط توزيع الديانات وأيضاً خرائط إستخدام الأرض المدنى والريفى . ( شكل رقم ١١ ) .




( شكل رقم ٩ )

الثروة المعدنية فى قارة أفريقيا

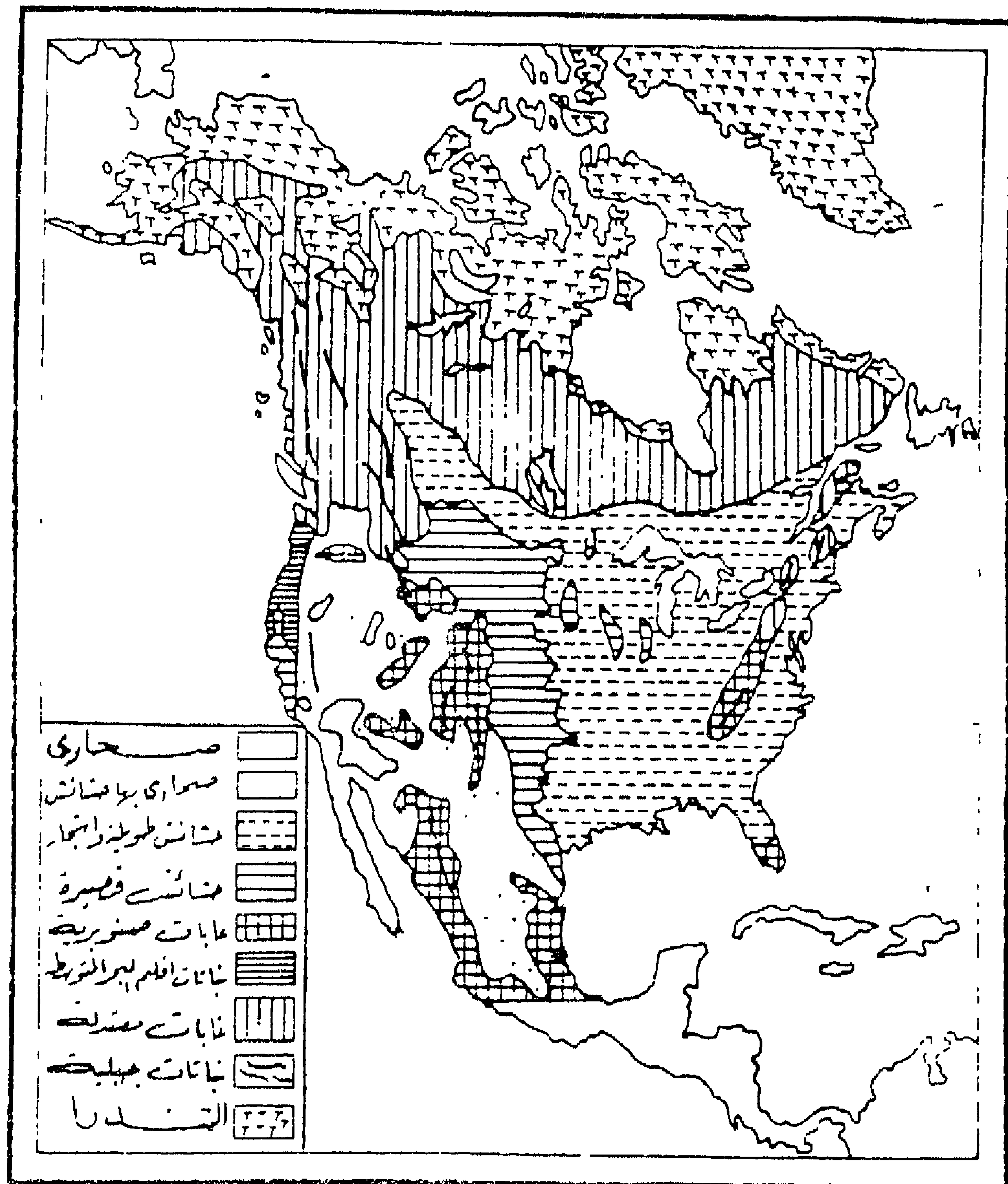
( رمز موضع نوعى )



( شكل رقم ١٠ )

شبكة الخطوط الحديدية فى قارة أفريقيا

( رمز خطى نوعى )




( شكل رقم ١١ )

توزيع الأقاليم النباتية في قارة أمريكا الشمالية

( رمز مساحي نوعي )

ثانياً : **الرموز الكمية :**

### أ ــ رمز الموضع الكمى :

ويقصد بها رموز الموضع ذات البعدين ، ورموز الموضع ذات الثلاثة أبعاد . وتختلف رموز الموضع الكمية عن الأخرى النوعية فى أن مساحة الرمز أو حجمه تتناسب مع قيمة الظاهرة ، ومن ثم تكون الخريطة الناتجة معبرة عن توزيع النوع وكيمته . وتمكن الخرائط الكمية الجغرافى من الربط والتحليل ، وتيسر لصانع القرار التخطيط السليم لتحقيق أعلى معدل للتنمية الإقتصادية أو الإجتماعية .

### ١ ــ رموز الموضع ذات البعدين :

وتعتمد هذه الرموز على ترجمة كم الظاهرة إلى شكل هندسى ذو بعدين يتناسب فى مساحته مع قيمة الظاهرة كالدائرة وهي الأكثر إستخداماً ، أو المربع أو المثلث . ( شكل رقم ١٢ ) ، **( شكل رقم ١٣ )**

**ــ الدوائر النسبية :**

تعتبر الدائرة شكلاً هندسياً له مساحة ، وتتباين مساحات الدوائر تبعاً لتباين أنصاف أقطارها ، وعلى ذلك تتم ترجمة البيانات الكمية للظاهرة الجغرافية بإعتبارها أنصاف أقطار لدوائر ، توزع على الخرائط كل فى موضعها لتظهر متناسبة فيما بينها وفقاً للإختلاف فى قيمة الظاهرة من موضع لآخر .

وتتضح أهمية إستخدام الدوائر خاصة عند إنشاء خرائط السكان المتنوعة توزيعاً وتطوراً ، كماً ونوعاً وتركيبا . كذلك تستخدم بنجاح فى الخرائط الإقتصادية .

**ــ المربعات النسبية :**

تماثل الدوائر النسبية وفيها تكون المقارنة على أساس حساب طول ضلع المربع لتظهر المربعات النسبية متباينة فى مساحاتها .

ـــ المثلثات النسبية :

تنتج مساحة المثلث من العلاقة بين طول القاعدة وبين الإرتفاع ، وعند إستخدام المثلثات النسبية يتعين تثبيت طول أى منهما ليكون الآخر أساساً للتفاوت وبيان الإختلاف فى المساحة . وتستخدم المثلثات النسبية فى إنشاء الخرائط الإقتصادية .

٢ ـــ رموز الموضع ذات الثلاثة أبعاد :

تستخدم هذه الرموز الحجمية عندما تتفاوت الكميات تفاوتاً كبيراً يتعذر معه إستخدام الرموز المساحية ، حيث يتم معالجة الكميات على أساس أنها أنصاف أقطار لكرات أو أطوال أضلاع لمكعبات . ويمكن ذلك من تمثيل الظواهر الجغرافية رغم التفاوت الكمى فيما بينها على خريطة واحدة .

ويعيب هذه الرموز أنها تحتاج من غير المتخصص لقدر كبير من الإهتمام لتفهمها ، وليدرك القيم والكميات التى تمثلها الموزعة فى مواضعها على الخرائط .

ب ـــ رمز الخط الكمى :

تتفق رموز الخط الكمية مع رموز الخط النوعية فيما تمثله من ظواهر جغرافية ، إلا أنها تتميز عنها فى بيان النوع والكم ومن هذه الرموز خطوط التساوى والخطوط الإنسيابية . ( شكل رقم ١٤ ) .

ـــ خطوط التساوى :

ترسم خطوط التساوى لتربط بين مواضع تساوى الظاهرة الجغرافية ، وتستخدم فى عدد من الخرائط الكمية ومنها : خطوط الإرتفاع المتساوى ( الكنتور ) ، وخطوط الحرارة المتساوية ، وخطوط الضغط المتساوى ، وخطوط المطر المتساوى ، وخطوط تساوى الإنتاج ، وخطوط تساوى كثافة السكان وغيرها .

ـــ الخطوط الإنسيابية :

يقصد بالخط الإنسيابى الخط الموقع على الخريطة ليبين كمية الحركة على شبكات الطرق ويتناسب سمك هذه الخطوط مع حجم الحركة وتوزيعها من عقد الإلتقاء والتفرع وكذلك إتجاه الحركة .

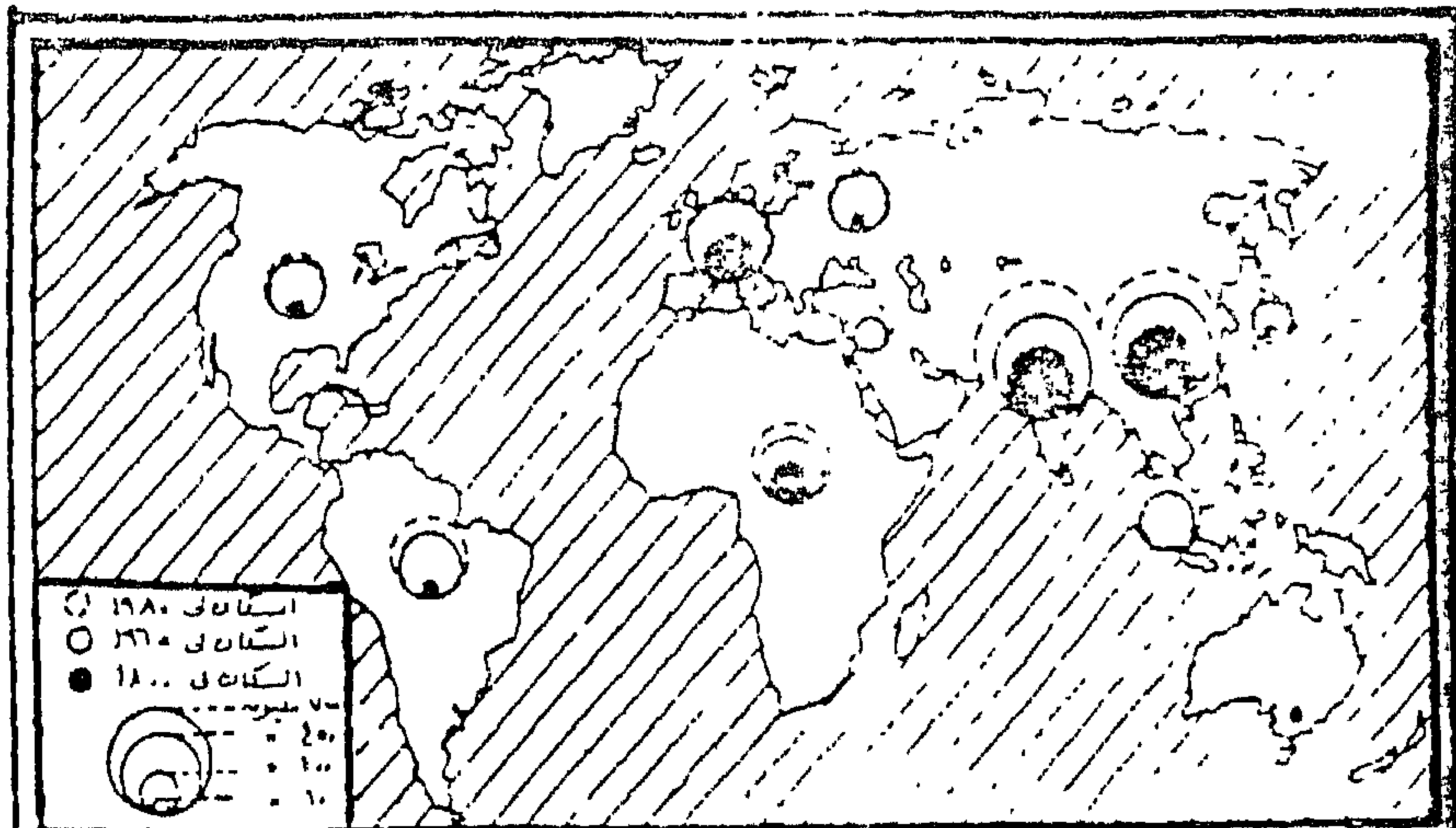
كما تستخدم الخطوط الإنسيابية لبيان حركة هجرة السكان اليومية والفصلية والدائمة مما يوضح مناطق الطرد السكانى ومناطق الجذب بما يفيد فى مجال الدراسات السكانية .

كما تستخدم الخطوط الإنسيابية أيضاً عند إنشاء خرائط التجارة وحركة النقل البرى ، والحديدى ، والنهرى ، والجوى ، والبحرى .

جـ ـــ رمز المساحة الكمى :

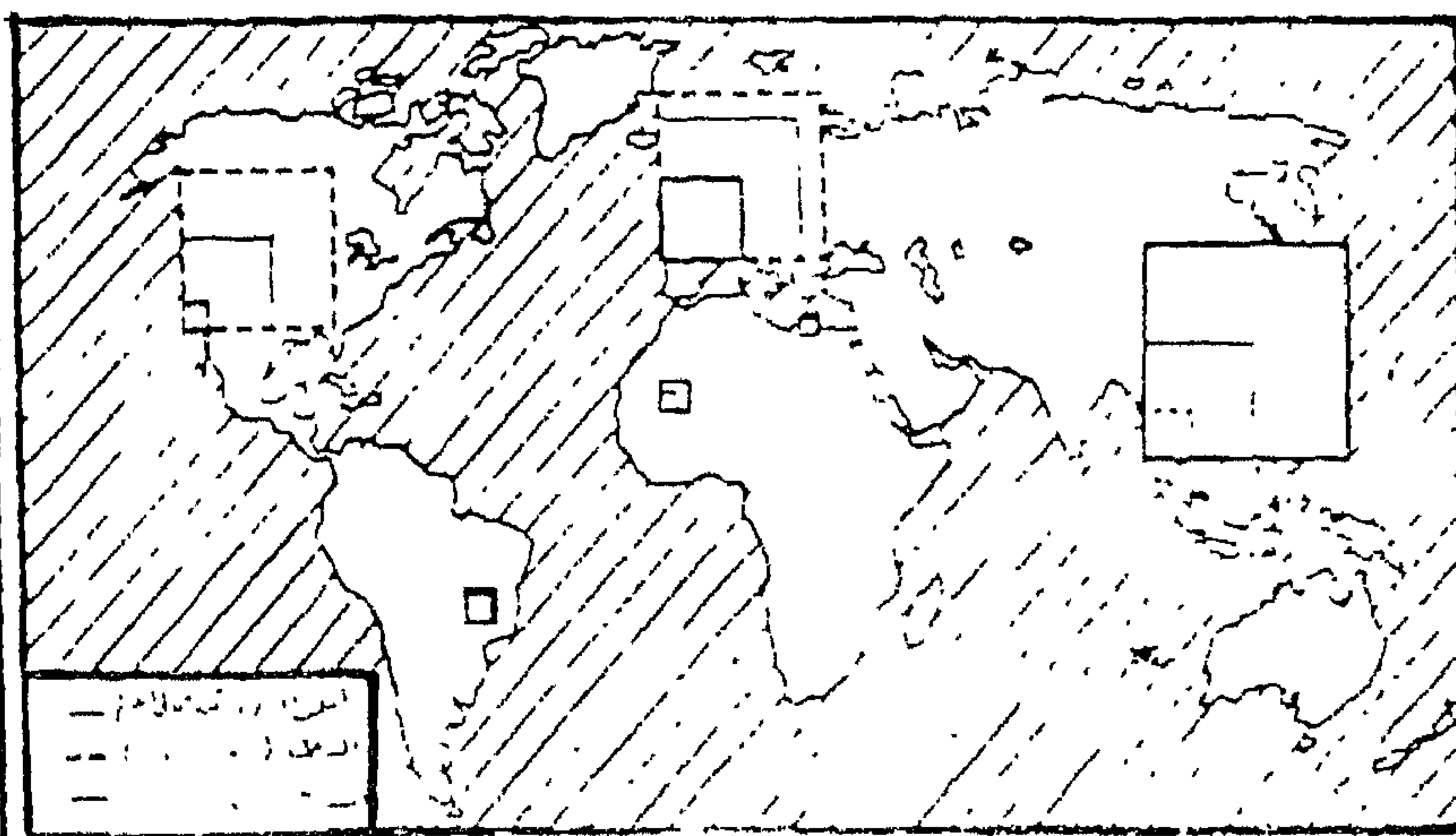
ويتم إنشاء الخرائط التى توزع عليها الظواهر الجغرافية برمز المساحة الكمى بتظليل أو تلوين المساحات بظلال أو ألوان متدرجة بفئات متساوية ، لتدلل على التباين فى قيمة الظاهرة من إقليم لآخر على الخريطة ، وإتجاه تزايد الكثافة أو تخلخلها .

ويشيع إستخدام هذا الرمز فى الخرائط الإقتصادية الزراعية ، والصناعية ، وخرائط النقل ، وخرائط السكان . ( شكل رقم ١٥ ) .




نمو سكان العالم فيما بين ١٨٠٠ ـــ ١٩٨٠

(شكل رقم ١٢)

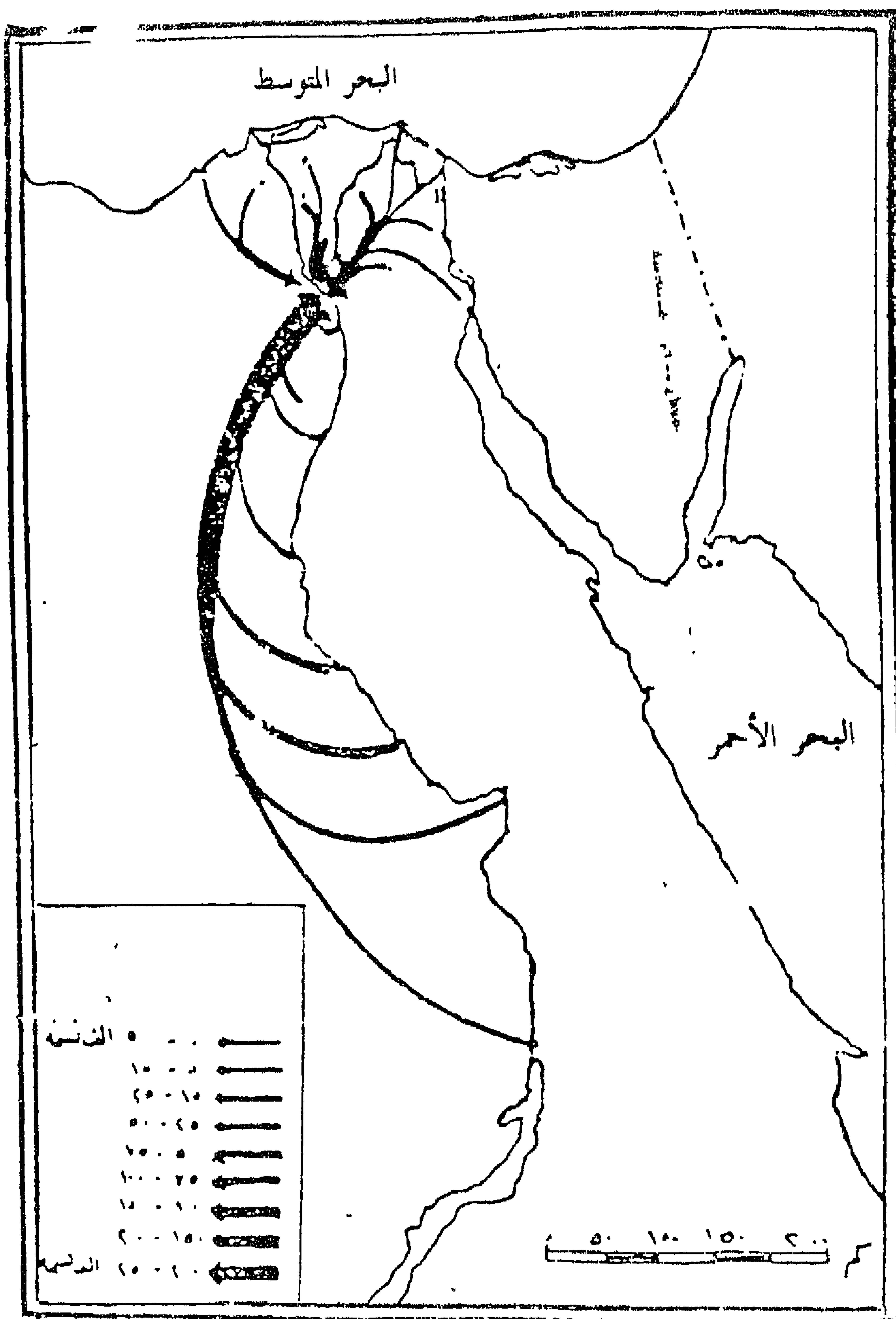


العلاقة بين عدد السكان ومتوسط الدخل والغذاء

(شكل رقم ١٣)

إستخدام الدوائر والمربعات النسبية على الخرائط

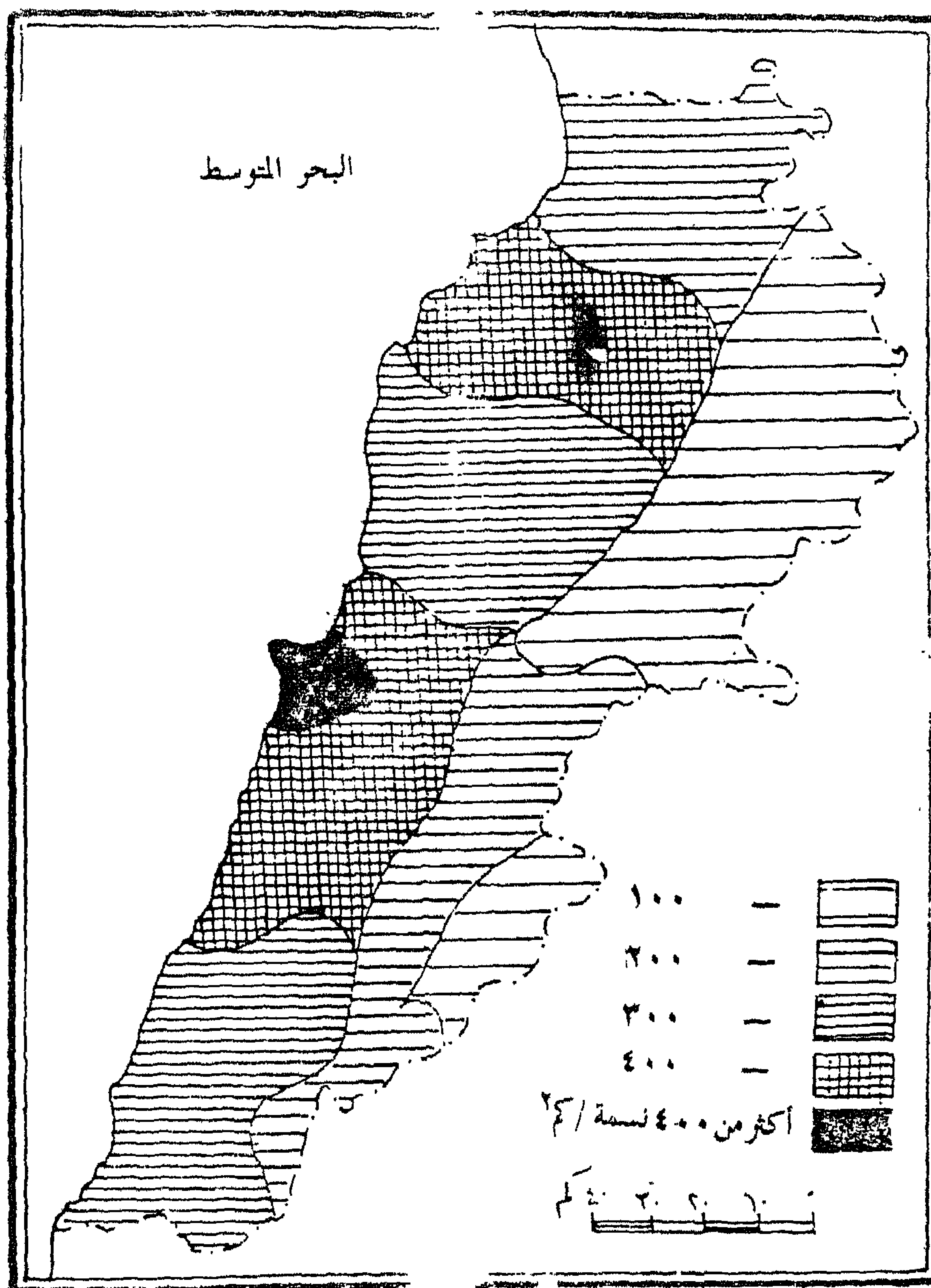
(رمز موضع كمي)




( شكل رقم ١٤ )

خريطة الهجرة الصافية إلى مدينة القاهرة

( رمز خطي كمي )




( شكل رقم ١٥ )

كثافة السكان في الجمهورية اللبنانية

( رمز مساحي كمي )

**الألوان الإصطلاحية على الخرائط :**

تستخدم الألوان على الخرائط لتيسير بيان توزيع لظاهرة جغرافيه موضوع الخريطة . ولما كانت للخرائط لغتها العالمية الإصطلاحية فقد اصبح لكل لون يستخدم على الخرائط مدلوله ومعناه المفهوم والمقروء مهما كانت لغة الكتابة على الخرائط . وعلى سبيل المثال لا الحصر ، فإن اللون الأخضر الداكن يميز المناطق من خط الساحل وحتى إرتفاع ٢٠٠ متراً فوق مسوب سطح البحر ، على حين يدل اللون الأخضر الفاتح على الأراضى التى تقع على مسوب يزيد على ٢٠٠ متراً ويقل عن ٤٠٠ متراً ، وتتدرج الألوان بتزايد الإرتفاعات من الأصفر إلى البرتقالى إلى البنى إلى البنفسجى حتى إرتفاع ٦٠٠٠ متراً فوق منسوب سطح البحر وما يعلو عن ذلك فيميزه اللون الأبيض .

على حين أننا نلاحظ إستخدام الألوان المتناقضة لبيان الظواهر الجغرافية التى لا تربطها صفة الإستمرارية أو التدرج ، وعلى سبيل المثال تستخدم الألوان المتباينة فى وضوح للتمييز بين دولة وأخرى .

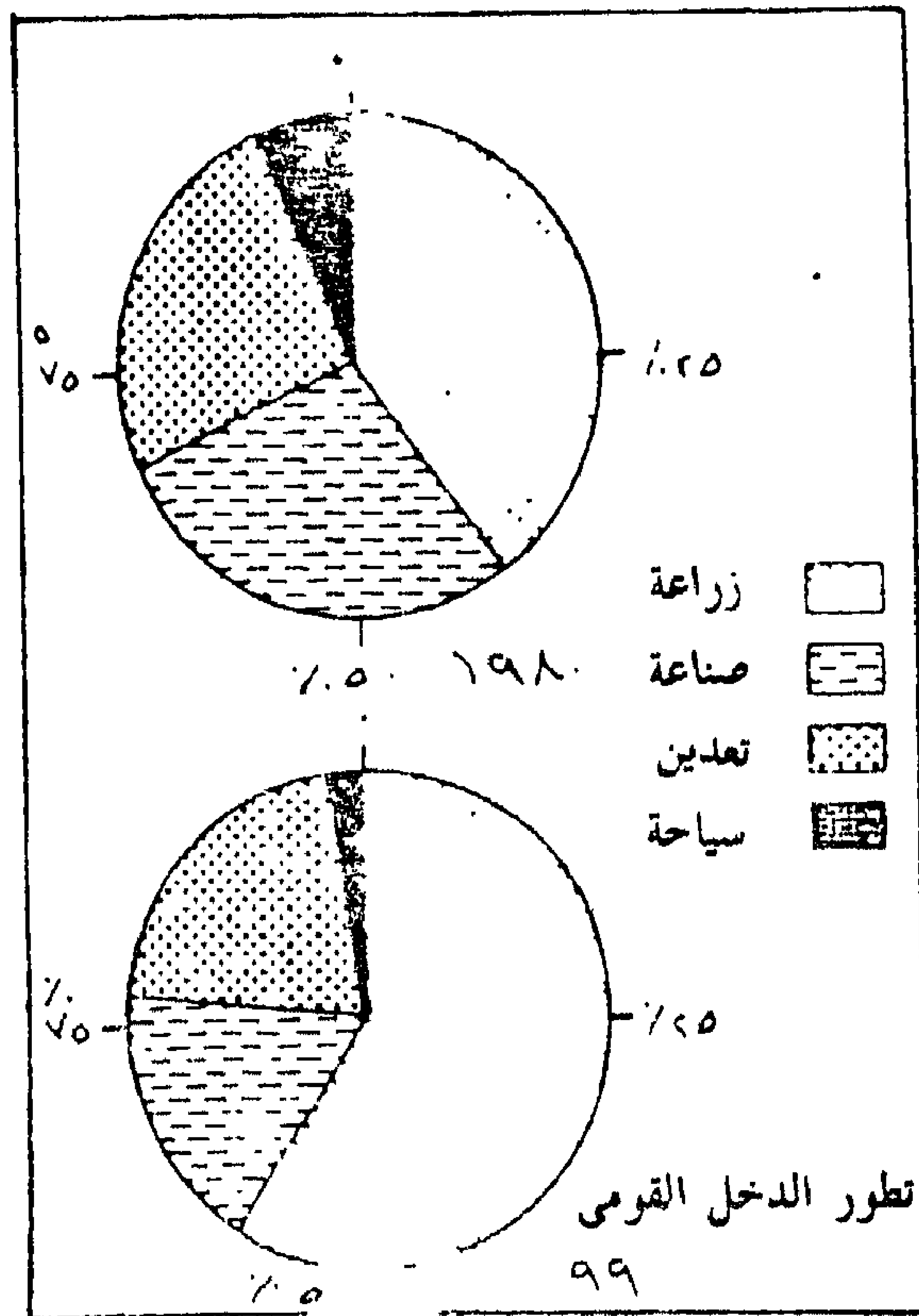
ويتعين الرجوع إلى الأطلس للتعرف على الألوان الإصطلاحية المستخدمة فى تمثيل الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية على الخرائط ، بالطرق والأساليب المتنوعة والكمية .

**ثالثاً : الرسوم البيانية على الخرائط :**

نتيجة لتطور الفكر الجغرافى ، وأساليب الدارسة والبحث ومناهجها ، كان لزاماً على الجغرافى أن يلجأ إلى إستخدام أساليب التمثيل البيانى وتوقيعها على الخرائط ، حتى تواكب الخرائط الدور المهم للأسلوب الكمى فى الدراسات الجغرافية لما للرسوم البيانية من قدرة على ترجمة الرقم إلى شكل يبرز أهميته ويعطى مدلولاً مباشراً عن الظاهرة أو الظواهر المراد توزيعها على الخريطة ، سواء بالوصف فقط ، أو بالوصف والتحليل لينتج لدينا ما يعرف بالخرائط البيانية .

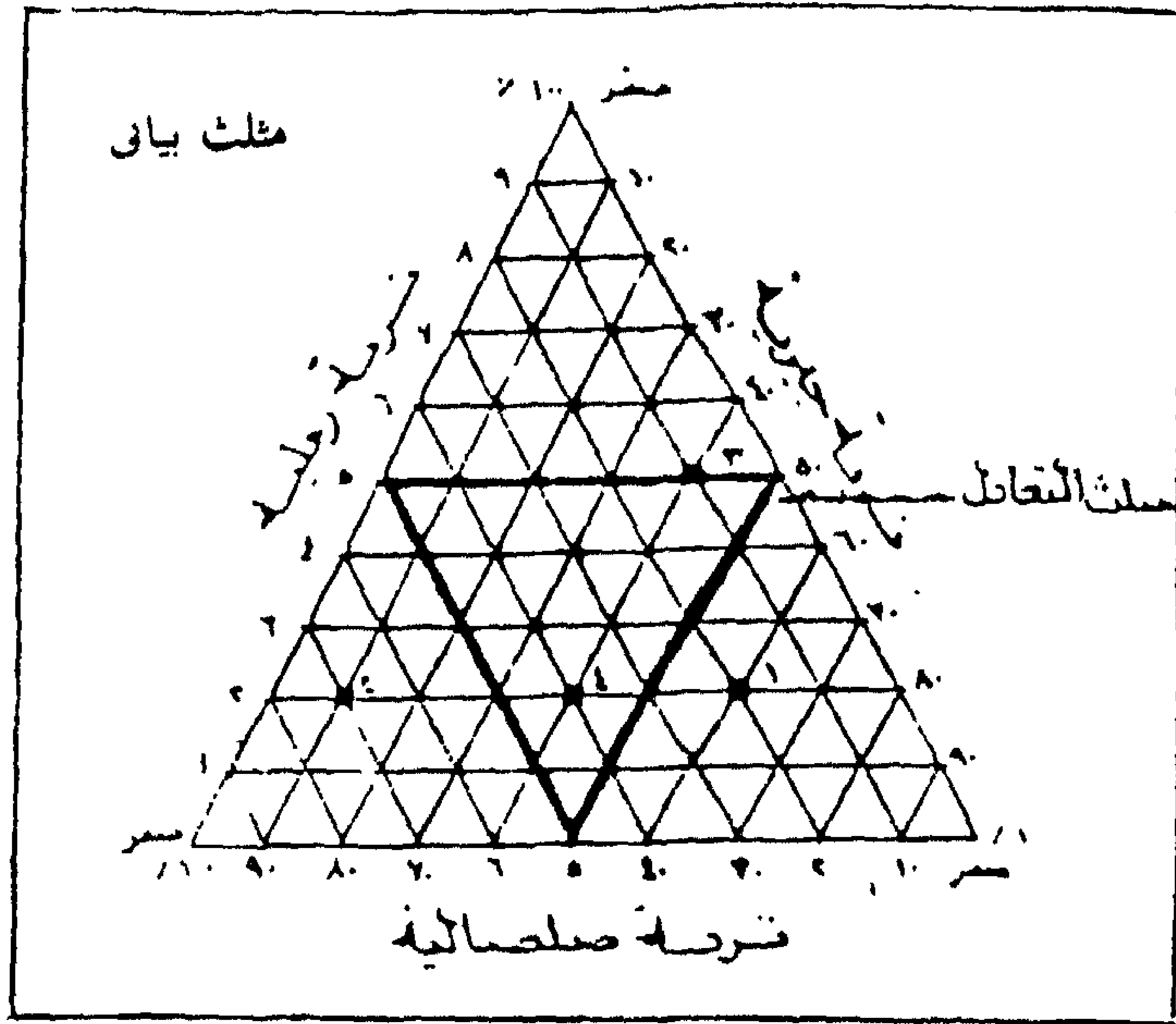
وتتنوع طرق التمثيل البيانى وتتعدد ما بين رسوم بيانية مطلقة وأخرى نسبية ، ورسوم بيانية بسيطة وأخرى مركبة . كما تتعدد ما بين رسوم خطية ، ومساحية ، وحجمية ، ومثلثية ، وتصويرية وغيرها .

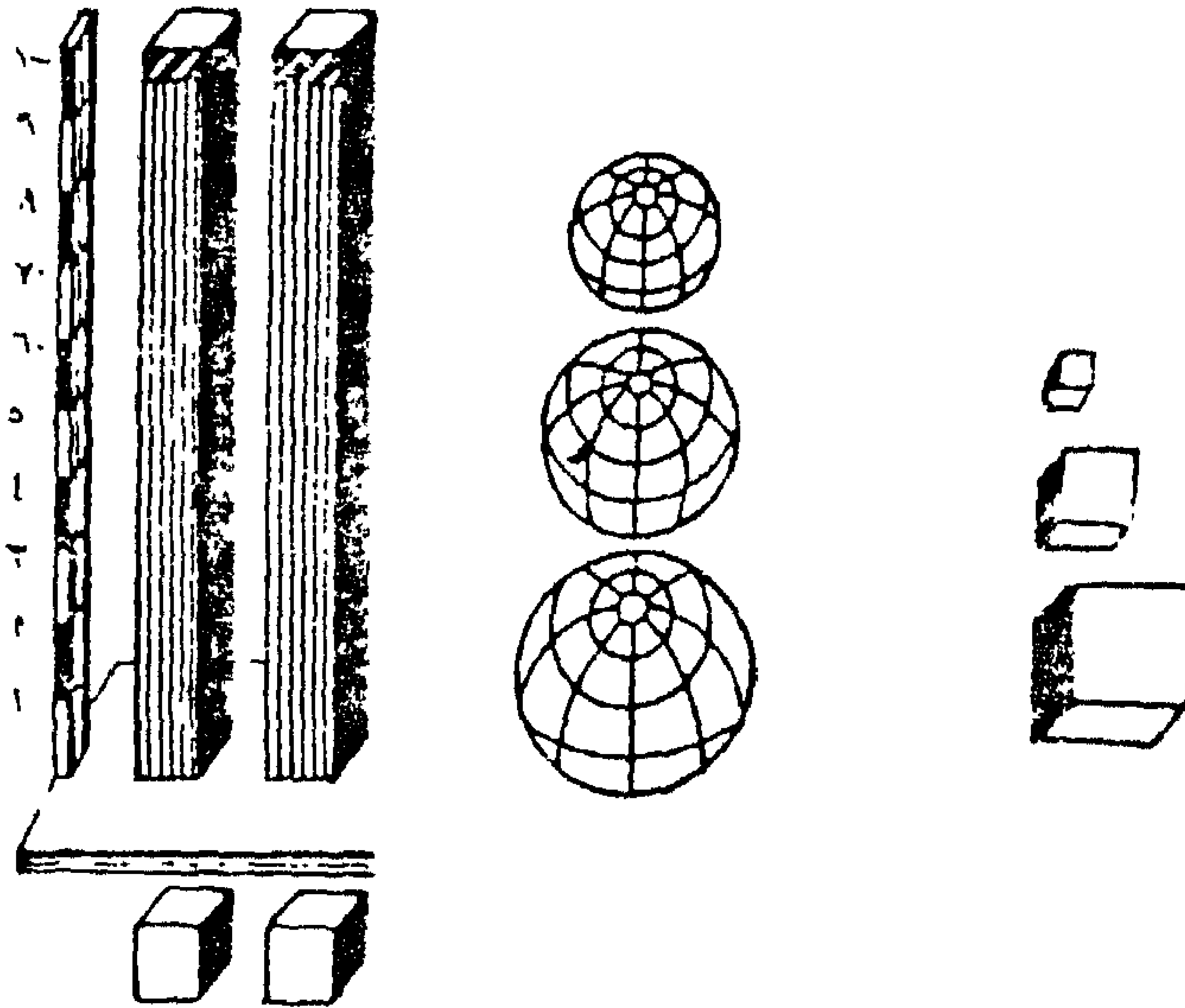
وسنعرض فيما يلى لبعض نماذج من الرسوم البيانية البسيطة التى لا غنى عنها فى الدراسات الجغرافية ، ولا يخلو أطلس من خرائط بيانية توضح توزيع الظواهر الجغرافية وتحليلها الكمى بطريقة من طرق التمثيل البيانى . ( شكل رقم ١٦ ، شكل رقم ١٧ )




( شكل رقم ١٦ )

الدوائر البيانية المقسمة



رسوم بيانية حجمية

( شكل رقم ١٧ )
نماذج لبعض أنواع طرق التمثيل البيانى

## أولاً : المنحنيات البيانية :

ويعرفها البعض بالسلاسل الزمنية ، وتستخدم لتمثيل ظاهرة جغرافية طبيعية أو بشرية متغيرة على مدى زمني . ومنها المنحنيات البسيطة التى تعرض لظاهرة واحدة ، ومنها المركبة التى تعرض لأكثر من ظاهرة جغرافية مرتبطة ببعضها البعض ، ومنها المنحنيات الدائرية وكذلك المنحنيات اللوغاريتمية .

### ١ ـــ المنحنيات البيانية البسيطة :

تعد من أبسط طرق التمثيل البيانى وأيسرها تصميماً وتوقيعاً على الخرائط وأبسطها عرضاً للظاهرة الجغرافية .

وتستخدم فى بيان التغير فى درجات الحرارة خلال شهور السنة المختلفة ، أو فى بيان تطور أعداد السكان خلال فترات التعدادات المختلفة ، أو فى بيان تطور الإنتاج خلال فترة زمنية محل الدراسة وموضوع الخريطة ، وغير ذلك من الظواهر الجغرافية المشابهة .

**خطوات تصميم منحنى بيانى بسيط :**

١ ـــ يلزم لإنشاء المنحنى البيانى البسيط رسم محورين أحدهما أفقى لبيان الفترة الزمنية ، والثانى رأسى لبيان التغير الكمى فى قيمة الظاهرة الجغرافية . ولتحديد طول كل منهما يلزم مراجعة أرقام الإحصائية لتحديد أعلى قيمة وأصغر قيمة يراد بيانها على المحور الرأسى ، وكذلك عدد أقسام المحور الأفقى ، وكذلك المساحة من الخريطة المحددة لتوقيع المنحنى البيانى . أى أن أرقام الإحصائية ومقياس رسم الخريطة يتحكمان فى أطوال محورى المنحنى الرأسى والأفقى .

٢ ـــ يقسم المحوران إلى أقسام متساوية ، ويدرج المحور الرأسى بدءاً من الصفر عند نقطة إلتقاء المحورين وبقيم دائرية ذات فترة واحدة تختار تبعاً لقيم الإحصائية حتى أعلى قيمة وتميز بوحدة قياس الظاهرة ( طن ـــ درجة مئوية ـــ نسمة ـــ دولار ) . ويقسم المحور الأفقى بعدد السنوات للفترة الزمنية للإحصائية .

٣ ـ توقع قيم الإحصائية لكل سنة فى موضع إلتقاء الإحداثيين الأفقى والرأسى .

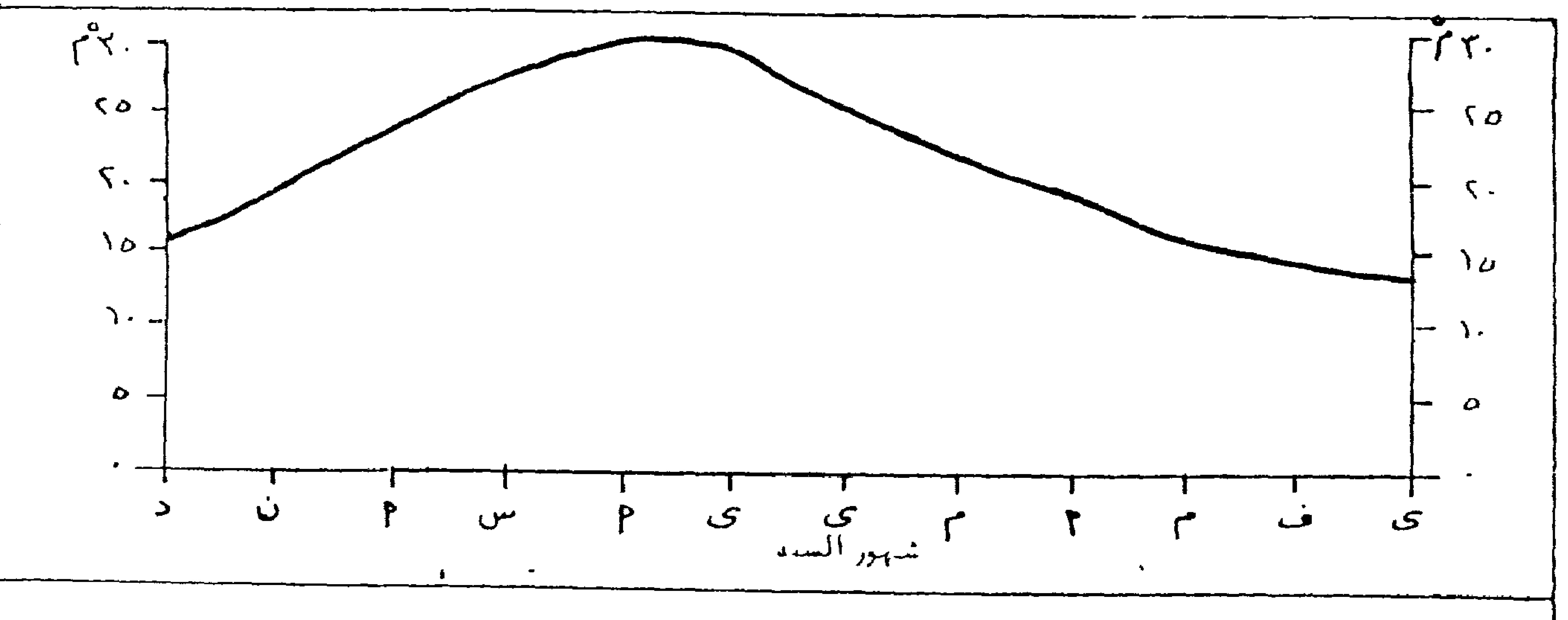
٤ ـ توصل النقط السابق تحديدها بخط منحنى فينتج المنحنى البيانى الذى يبين التطور الذى طرأ على الظاهرة . ويراعى أن يكون التوصيل بخط ممهد فى حالة الظواهر التى لها صفة الإستمرار ، وبخط منكسر فى حالة الظواهر التى لها صفة التغير المرحلى .

٥ ـ يوقع المنحنى البيانى فى موضعه على الخريطة .

**مثال :**

يوضح الجدول الآتى المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة فى مدينة بيروت والمطلوب تمثيل هذه الإحصائية بإستخدام المنحنى البيانى البسيط . ( شكل رقم ١٨ ) .

| الشهر | المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة ٥م | الشهر | المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة ٥م |
|---|---|---|---|
| يناير | ١٣٫٦ | يوليو | ١٨٫١ |
| فبراير | ١٤٫٠٠ | أغسطس | ٢٧٫٨ |
| مارس | ١٥٫٩ | سبتمبر | ٢٧٫١ |
| ابريل | ١٩٫٠٠ | أكتوبر | ٢٤٫٠ |
| مايو | ٢٢٫٧ | نوفمبر | ١٩٫٤ |
| يونيو | ٢٥٫٩ | ديسمبر | ١٥٫٣ |




( شكل رقم ١٨ ) ا

المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة فى مدينة بيروت

( منحنى بيانى بسيط )

## ٢) — المنحنيات البيانية المركبه

يستعان بالمنحنيات البيانيه المركبة لبيان التعبير فى قيم ظاهرة أساسية تتكون من ظواهر فرعية خلال فترة زمنية محل الدراسة مثل الإنتاج الزراعى ومكوناته ، أو الدخل القومى ومصادره ، أو أعداد السكان من الذكور والإناث ، وغيرها من الظواهر المماثلة . ولا تختلف طريقة تصميم المنحنى البيانى المركب عن المنحنى البيانى البسيط فبعد إنشاء المحورين يتم توقيع منحنى أول ظاهرة فرعية كما فى المنحنى البسيط ، ثم يرسم منحنى الظاهرة الفرعية الثانية مركباً عليه وهكذا حتى تكتمل الظاهرة الأساسية . ثم يظلل أو يلون كل منحنى بظل أو لون مميز .

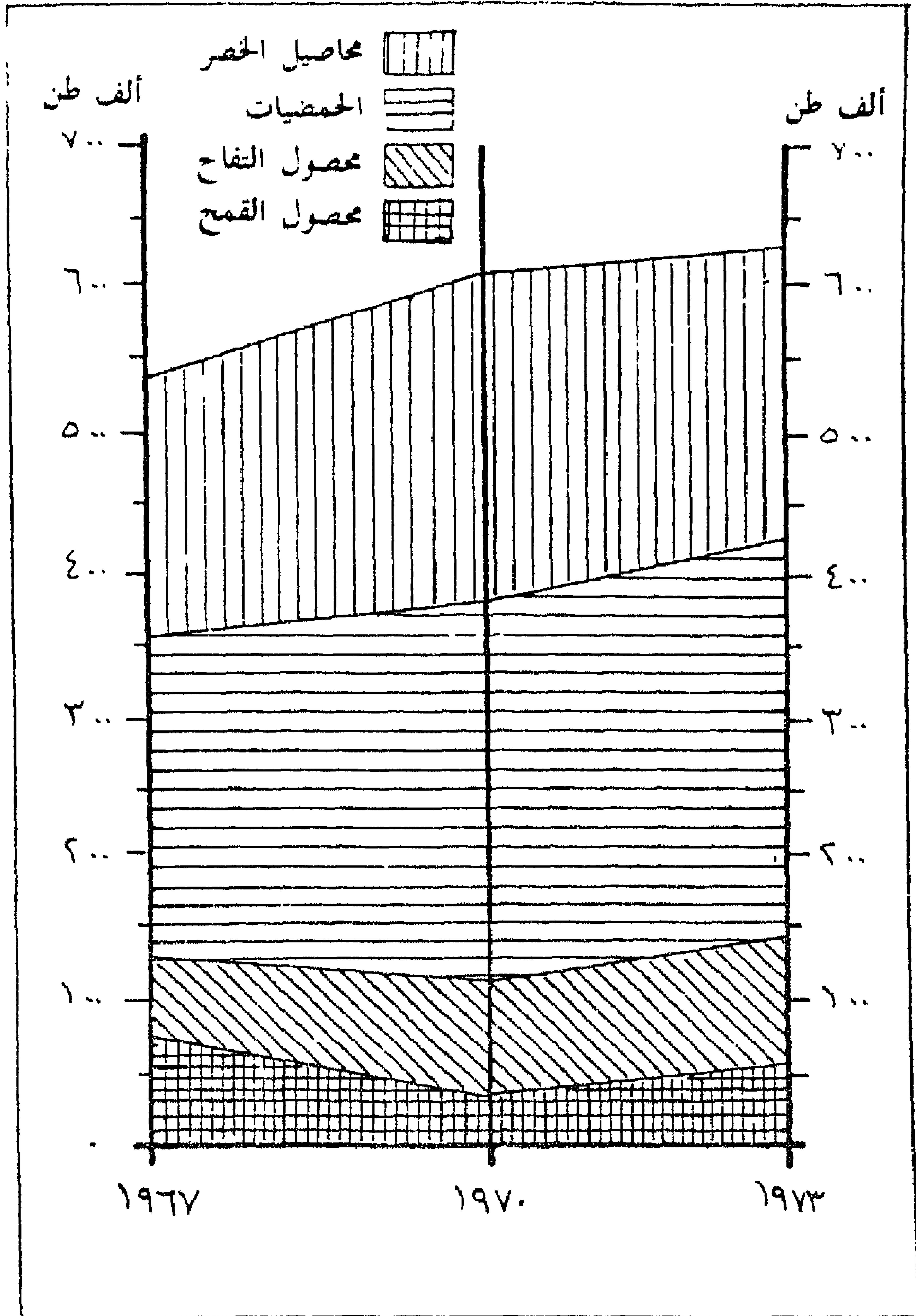
ويدل الشكل الناتج على التغير التى طرأ على الظاهرة الأساسية خلال الفترة الزمنية ، وأيضاً التغير الذى طرأ على فرعياتها ومكوناتها .

**مثال :**

الجدول الآتى يبين التذبذب فى الإنتاج الزراعى فى الجمهورية اللبنانية خلال الفترة من ١٩٦٧ إلى ١٩٧٣ . والمطلوب تمثيل هذه الظواهر بطريقة المنحنيات البيانية المركبة ( شكل رقم ١٩ ) .

| السنة المحصول | ١٩٦٧ | | ١٩٧٠ | | ألف طن ١٩٧٣ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| قمح | ٦٨ | | ٤٣ | | ٥٥ | |
| تفاح | ٥٧ | | ٧٤ | | ٦٦ | |
| | | ١٢٥ | | ١١٧ | | ١٢١ |
| حمضيات | ٢٢٨ | | ٢٧١ | | ٣٠٧ | |
| | | ٣٥٣ | | ٣٨٨ | | ٤٢٨ |
| خضر | ١٨٨ | | ٢١٥ | | ١٩٧ | |
| | | ٥٤١ | | ٦٠٣ | | ٦٢٥ |
| الجملة | ٥٤١ | | ٦٠٣ | | ٦٢٥ | |

التذبذب فى الإنتاج الزراعى فى لبنان
خلال الفترة من ١٩٦٧ — ١٩٧٣




( شكل رقم ١٩ )

تذبذب الإنتاج الزراعى فى الجمهورية اللبنانية

فى الفترة من ١٩٦٧ إلى ١٩٧٣

٣ ـــ المنحنيات البيانية الدائرية .

تستخدم المنحنيات البيانية لبيان التغير فى ظاهرة جغرافية خلال فترة زمنية متصلة على مدار العام ، موضحة التغير الشهرى أو الفصلى بصورة أوضح من باستخدام المنحنيات البسيطة . مثل الحركة السياحية خلال العام ، أو إستهلاك الطاقة خلال شهور العام ، أو كمية المصاد من الأسماك خلال العام

وتتلخص طريقة تصميم المنحنى الدائرى فى الخطوات الآتية :

١ ـــ يستنتج من دراسة أعلى قيمة فى الإحصائية ووفقاً للحيز المساحى المتاح على الخريطة طول نصف قطر أكبر دائرة تمثل أعلى قيمة .

٢ ـــ يقسم نصف القطر إلى أقسام متساوية تمثل قيم الإحصائية حسب الفترات المناسبة المختارة .

٣ ـــ من نفس مركز الدائرة الأولى وبأطوال الأقسام المتساوية ترسم مجموعة من الدوائر المتداخلة متحدة المركز .

٤ ـــ تقسم الزاوية المركزية للدوائر إلى ١٢ قسماً متساوياً كل منها يساوى ٣٠ درجة ليدل على شهر من شهور السنة .

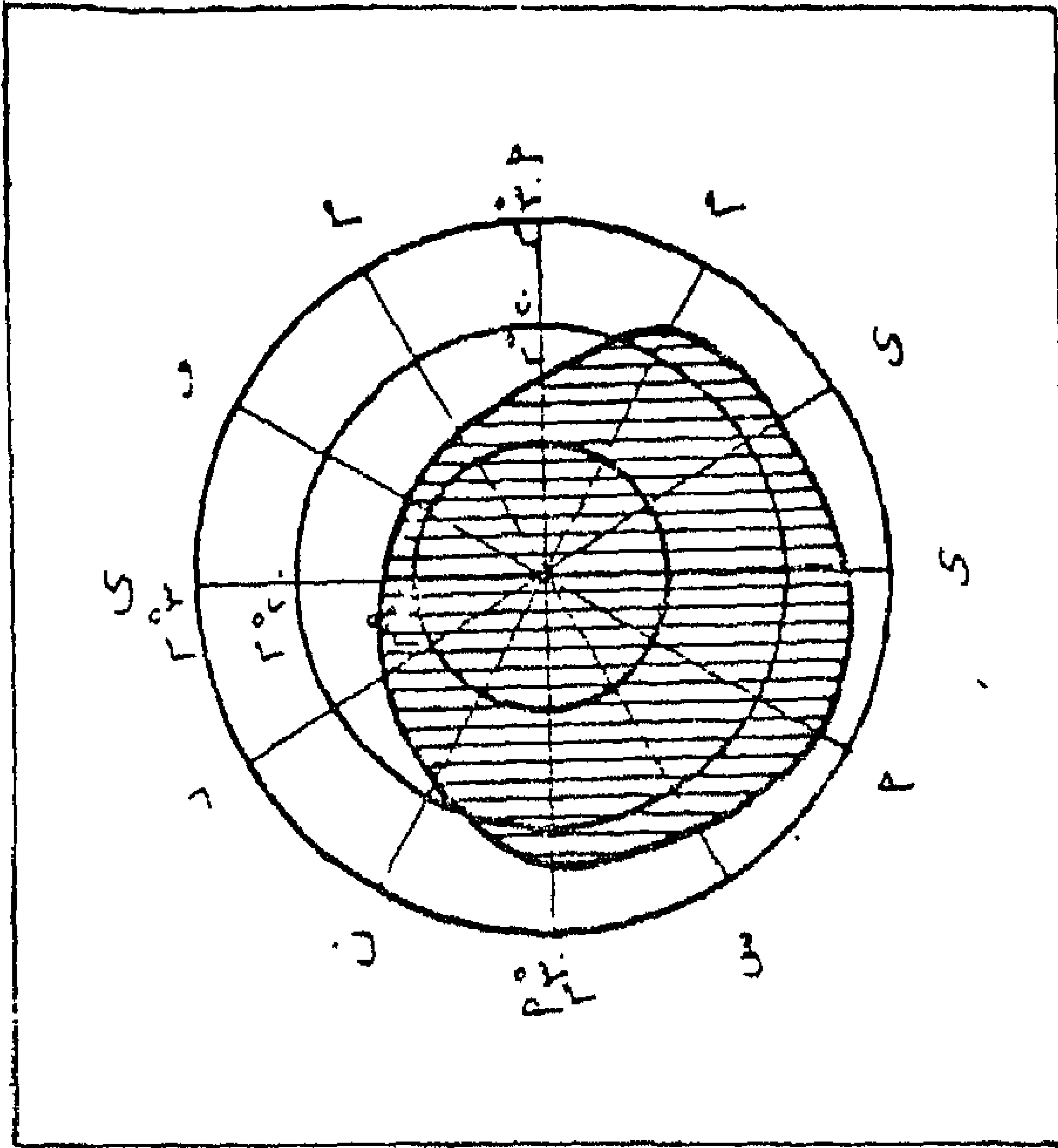
٥ ـــ يوقع على خط التقسيم الخاص بكل شهر القيمة المقابلة ثم يوصل بين هذه النقط بخط منكسر لينتج المنحنى البيانى الدائرى .

**مثال :**

الجدول الآتى يوضح المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة فى مدينة بيروت والمطلوب تمثيل هذه الإحصائية بيانياً بطريقة المنحنى البيانى الدائرى . ( شكل رقم ٢٠ ) .

المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة فى مدينة بيروت °م

| الشهر | يناير | فبراير | مارس | ابريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | الكتوبر | نوفمبر | ديسمبر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درجة الحرارة | ١٣ر٦ | ١٤ | ١٥ر٩ | ١٩ | ٢٢ر٧ | ٢٥ر٩ | ٢٨ر١ | ٢٨ر٧ | ٢٧ر١ | ٢٤ | ١٩ر٤ | ١٥ر٣ |



( شكل رقم ٢٠ )

المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة فى مدينة بيروت

## ثانياً : الأعمدة البيانية :

تستخدم الأعمدة البيانية لتمثيل الظواهر الجغرافية المتغيرة على مدى زمنى محل الدراسة ، شأنها فى ذلك شأن المنحنيات البيانية إلا أنها تنفرد بتمثيل الظواهر الجغرافية المتغيرة بتغير الاقليم الجغرافى أو بتغير الظاهرة الجغرافية .

وتتميز الأعمدة البيانية بأنها تتخذ إتجاهاً رأسياً أو أفقياً ييسر عملية المقارنة فيما بين سنة وأخرى أو فيما بين إقليم وآخر . وتتنوع الأعمدة البيانية فمنها الأعمدة البسيطة ، والمتعددة ، والمركبة ، والدائرية ، والتصويرية ، والمجسمة .

### ١ ــ الأعمدة البيانية البسيطة :

تستخدم الأعمدة البيانية البسيطة فى بيان التغير فى الظاهرة الجغرافية ، وتوزع على الخريطة كل فى موضعه ، على أن تكون الأعمدة جميعها بسمك واحد وذات إتجاه واحد حتى تكون المقارنة على أساس واحد ويؤدى الرسم البيانى الغرض منه .

وتتبع الخطوات الآتية فى تصميم الأعمدة البيانية البسيطة :

١ ــ يرسم محورين أحدهما رأسى لتمثيل قيم الإحصائية ، والثانى أفقى لبيان السنوات للفترة الزمنية محل الدراسة أو لبيان الأقاليم الجغرافية موضوع الإحصائية وذلك بنفس الأسلوب المتبع عند إنشاء المنحنيات البيانية .

٢ ــ على المحور الأفقى وعند نقط التقسيم تحدد قواعد الأعمدة البيانية متساوية وعلى أبعاد متساوية أيضاً .

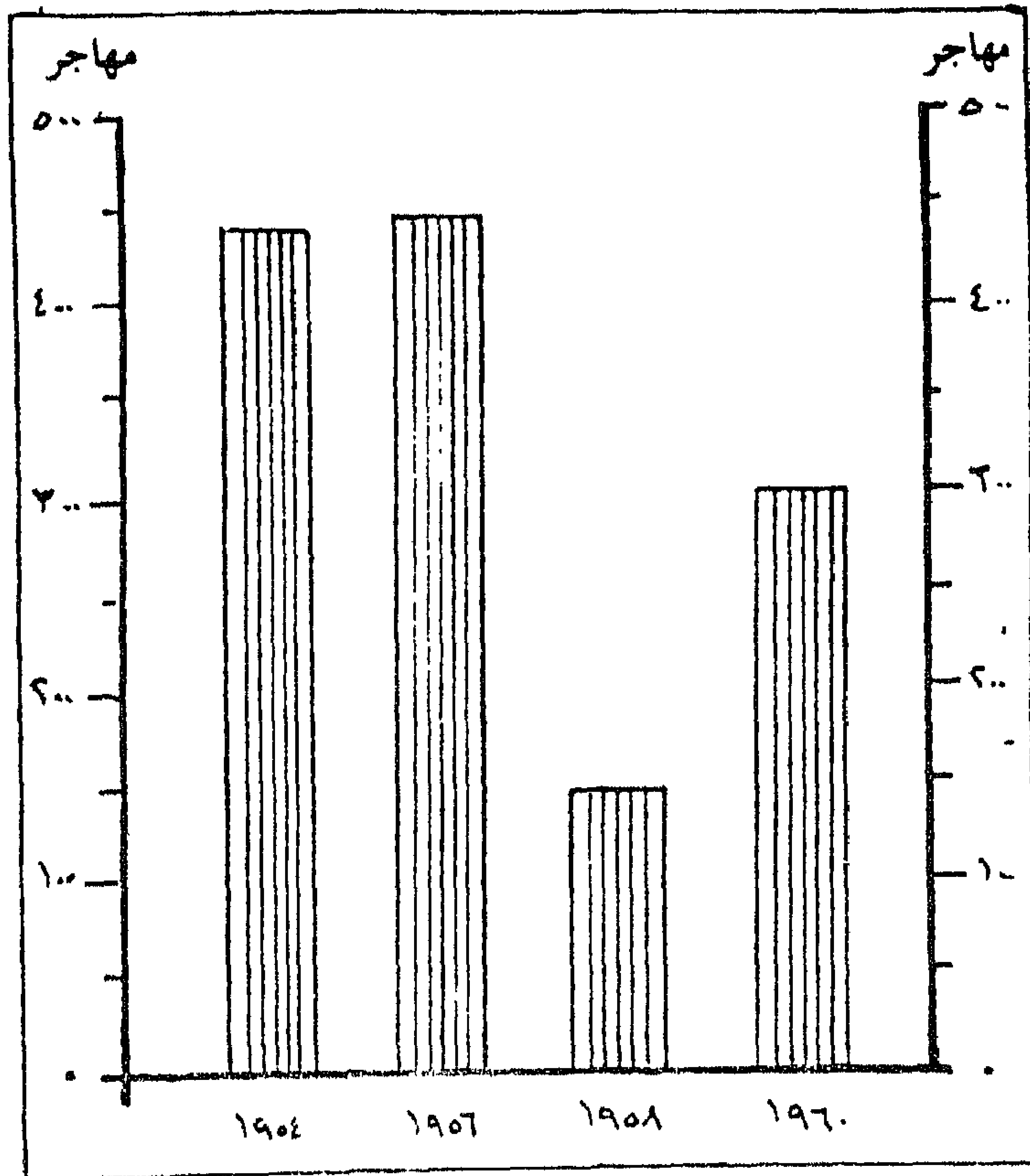
٣ ــ تحدد أطوال الأعمدة كل منها وفقاً للقيمة التى يمثلها وحسب أقسام المحور الرأسى .

**مثال :**

الجدول الآتى يوضح التغير فى أعداد المهاجرين من محافظة بيروت خلال الفترة من ١٩٥٤ إلى ١٩٦٠ ، والمطلوب تمثيل الإحصائية بطريقة الأعمدة البيانية البسيطة . ( شكل رقم ٢١ ) .

أعداد المهاجرين من محافظة بيروت خلال الفترة
من ١٩٥٤ ـــ ١٩٦٠

| السنة | ١٩٥٤ | ١٩٥٦ | ١٩٥٨ | ١٩٦٠ |
|---|---|---|---|---|
| بيروت | ٤٣٦ | ٤٤٦ | ١٤٧ | ٣٠١ |




( شكل رقم ٢١ )

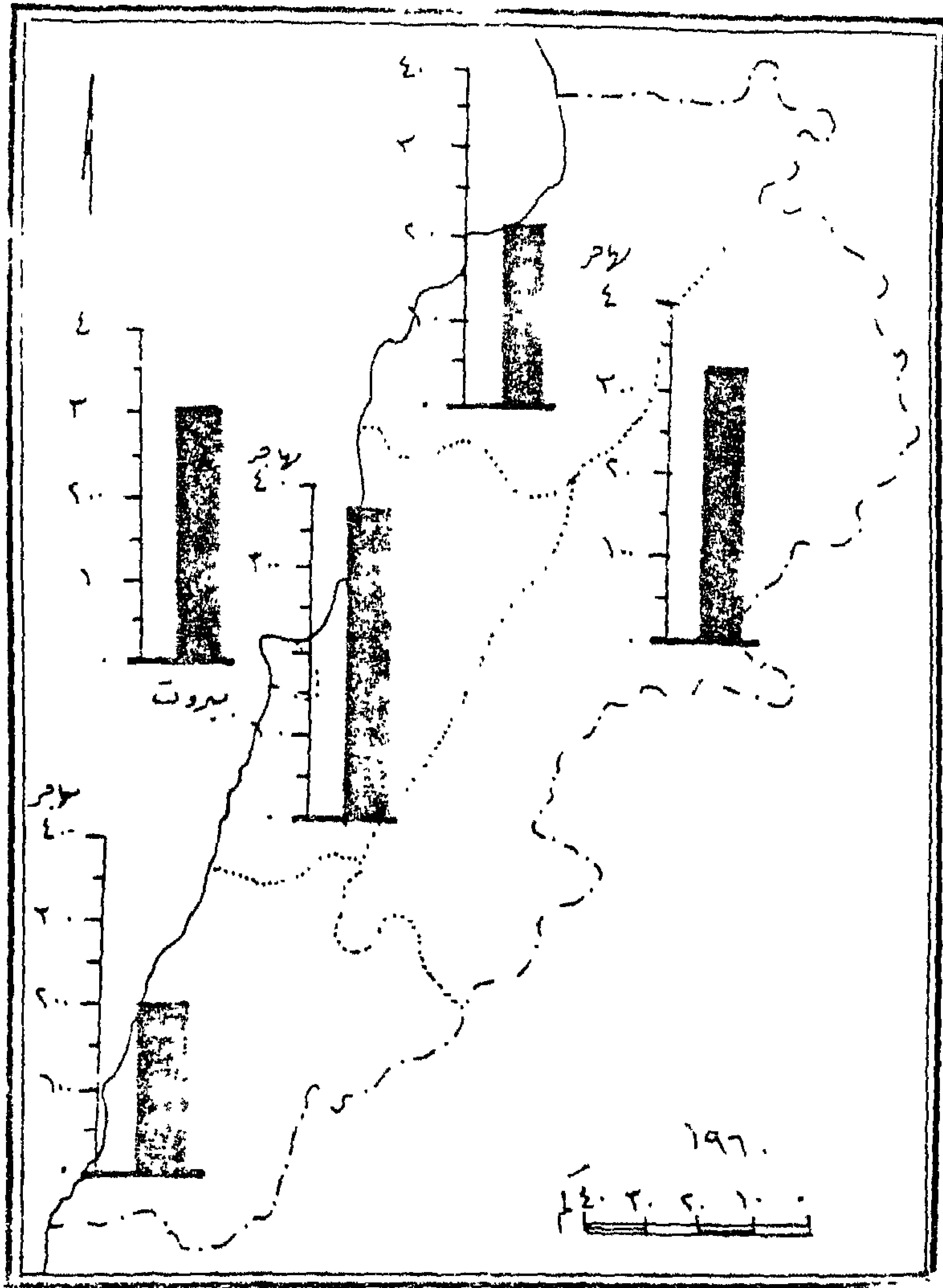
تطور أعداد المهاجرين من مدينة بيروت
خلال الفترة من ١٩٥٤ ـــ ١٩٦٠

**مثال :**

الجدول الآتى يوضح أعداد المهاجرين من محافظات الجمهورية اللبنانية فى عام ١٩٦٠ والمطلوب إنشاء خريطة بيانية توضح توزيع هذه الظواهر بطريقة الأعمدة البيانية البسيطة . ( شكل رقم ٢٢ ) .

**أعداد المهاجرين من محافظات لبنان**
**فى عام ١٩٦٠**

| المحافظة | بيروت | البقاع | شمال لبنان | جنوب لبنان | جبل لبنان |
|---|---|---|---|---|---|
| العدد | ٣٠١ | ٢٣٦ | ٢١٦ | ٢٠٥ | ٢٧٦ |




( شكل رقم ٢ )

أعداد المهاجرين من محافظات الجمهورية اللبنانية عام ١٩٦٠

## ٨ ـــ الأعمدة البيانية المركبة :

تستخدم الأعمدة البيانية المركبة تمثيل الظواهر الجغرافية التى تكون من ظواهر فرعية كما هى الحال فى المنحنيات البيانية المركبة . مثل أعداد السياح وجنسياتهم ، أو أعداد السكان ودياناتهم ، أو الإنتاج ومكوناته . هكذا

وتتلخص طرق إنشاء الأعمدة البيانية المركبة فى الآتى :

١ ـــ بعد رسم المحورين الرأسى والأفقى وتقسيمهما كما اتبع عند رسم الأعمدة البسيطة .

٢ ـــ ترسم الأعمدة كما فى الأعمدة البسيطة يمثل كل عمود منها جملة قيمة الظاهرة .

٣ ـــ يقسم كل عمود إلى أقسام تتناسب فى أطوالها مع قيم مكونات الظاهرة على أن يكون ترتيب الأقسام واحداً فى كل الأعمدة حتى تصبح المقارنة قائمة ويتحقق الغرض من الرسم البيانى .

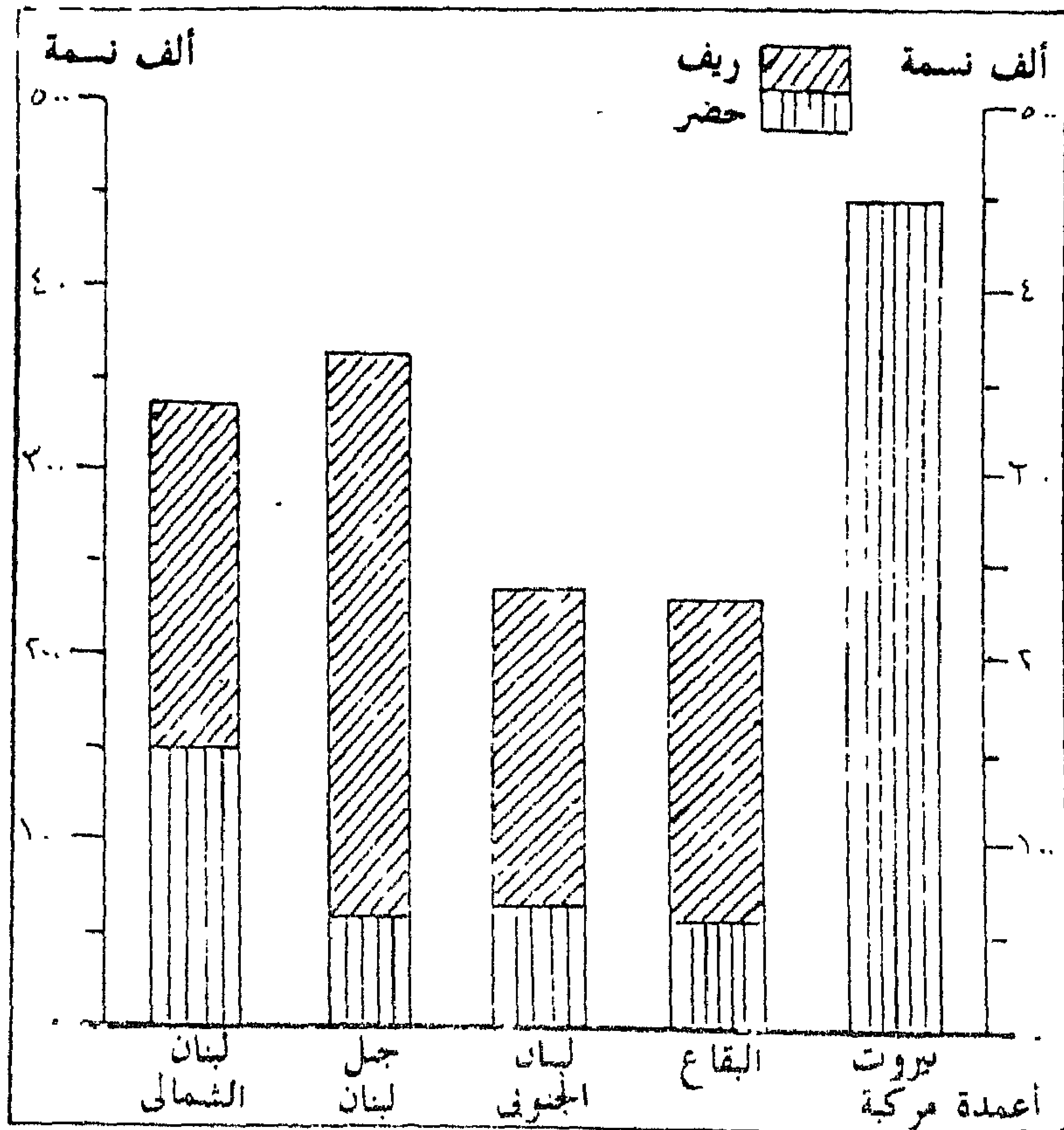
٤ ـــ توزع الرسوم البيانية كل فى موضعه الذى يمثله على الخريطة .

**مثال :**

الإحصائية الآتية توضح تقدير أعداد السكان فى محافظات الجمهورية اللبنانية من الحضر والريف فى عام ١٩٦٠ ، والمطلوب تمثيل هذه الإحصائية بيانياً بطريقة الأعمدة البيانية المركبة . ( شكل رقم ٢٣ ) .

## سكان لبنان من الحضر والريف عام ١٩٦٠

| المحافظة | حضر | ريف |
|---|---|---|
| لبنان الشمالي | ١٥٠ | ١٨٨ |
| جبل لبنان | ٧٠ | ٣٠٢ |
| لبنان الجنوبى | ٧٥ | ١٦٣ |
| البقاع | ٦٥ | ١٦٣ |
| بيروت | ٤٥٠ | —— |




( شكل رقم ٢٣ )

تقدير سكان محافظات الجمهورية اللبنانية من الحضر ومن الريف فى عام ١٩٦٠

## ٣ ـ الأعمدة البيانية الدائرية .

يناسب هذا النوع من طرق التمثيل البيانى توزيع الظواهر الجغرافية المتغيرة على مدى شهرى أو فصلى ، كما يناسب إنشاء الخرائط ذات الوحدات الإدارية المندمجة مما يعطى توزيعاً متناسقاً .

وتتلخص طريقة تصميم الأعمدة البيانية الدائرية فى الخطوات الآتية :

١ ـ ترسم مجموعة من الدوائر المتداخلة متحدة المركز بأنصاف أقطار تتناسب مع تقسيم المحور الرأسى فى الأعمدة البيانية البسيطة .

٢ ـ ثم تقسم الزاوية المركزية للدوائر إلى ١٢ قسماً متساوياً يساوى كل منها ٣٠ درجة ليمثل كل نصف قطر منها شهراً من شهور السنة .

٣ ـ تحدد على بدايات أنصاف أقطار التقسيم قواعد الأعمدة بشرط أن تكون متساوية .

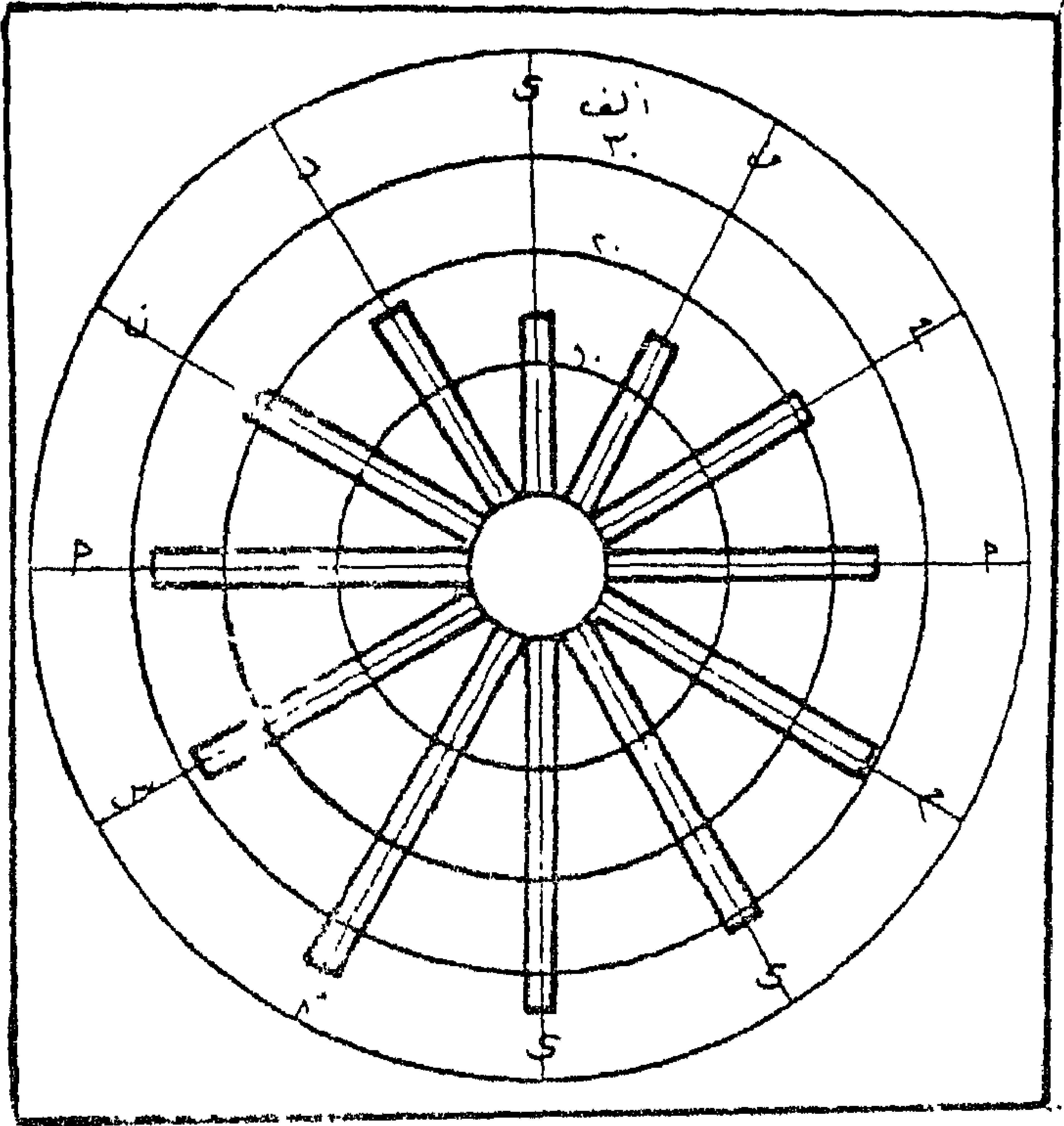
٤ ـ تحدد أطوال الأعمدة تبعاً للقيمة التى سيمثلها ، ثم ترسم الأعمدة بسمك واحد لتظهر وكأنها أشعة تنبع من مركز الدوائر تتجه إلى محيط الدوائر .

**مثال :**

الجدول الآتى يوضح تطور أعداد السياح الوافدين إلى بيروت على مدار شهور السنة ، والمطلوب تمثيل الإحصائية بطريقة الأعمدة البيانية الدائرية . ( شكل رقم ٢٤ ) .

أعداد السائحين الوافدين شهرياً ( بالألف )

| الشهر | العدد |
|---|---|
| يناير | ١٤ |
| فبراير | ١٧ |
| مارس | ٢١ |
| ابريل | ٢٥ |
| مايو | ٢٠ |
| يونيو | ٢٢ |
| يوليو | ٢٤ |
| أغسطس | ٢٥ |
| سبتمبر | ٢٩ |
| اكتوبر | ٢٨ |
| نوفمبر | ٢١ |
| ديسمبر | ١٨ |




( شكل رقم ٢٤ )
أعداد السائحين الوافدين إلى [illegible]

**ثالثاً : أهرامات السكان :**

يعد الهرم السكانى من طرق التمثيل البيانى التحليلية التى توضح تركيب السكان العمرى والنوعى ، وخصائص هذا التركيب الإجتماعية والإقتصادية . وتفيد الأهرامات السكانية فى التعرف على التطور والتغير فى خصائص سكان الاقليم محل الدراسة ، وتعد عنصراً مهماً يعتمد عليه عند التخطيط الأقليمى .

وتتنوع أهرامات السكان ما بين الهرم السكانى البسيط ، والمنطبع ، والمركب ، وسنعرض لأبسط صورها ألا وهو الهرم السكانى البسيط :

**ـــ الهرم السكانى البسيط :**

يتكون الهرم السكانى فى أبسط صوره من عدد من الأعمدة البيانية التى ترسم أفقية . ويتكون الهرم من مجموعتين من الأعمدة البيانية فى إتجاهين مختلفين ، مجموعة تمثل توزيع الذكور حسب فئات السن ، والمجموعة الثانية تمثل توزيع الإناث لنفس فئات السن . وتشترك المجموعتان فى المحور الرأسى ولكل منهما محوره الأفقى ولكن بنفس وحدات التقسيم .

وتتلخص طريقة إنشاء الهرم السكانى فى الخطوات الآتية :

١ ـــ فى ضوء الحيز الجغرافى المحدد لرسم الهرم السكانى على الخريطة ، وعلى أساس عدد فئات السن المطلوب بيانها ، وكذلك أعداد السكان داخل الفئات المختلفة تتحدد أطوال المحاور الأفقية والرأسية وكذلك أطوال الأقسام عليها .

٢ ـــ يرسم المحور الرأسى عمودياً على المحور الأفقى الممتد على جانبيه شرقاً وغرباً ، ويقسم المحور الرأسى إلى أقسام متساوية بعدد الفئات العمرية ويحدد عند كل قسم قاعدة العمود الأفقى الذى سيرسم ليدل على عدد السكان داخل هذه الفئة ، وترسم قواعد الأعمدة وجميعها متساوية فى السمك .

٣ ـــ بداية من نقطة إلتقاء المحور الرأسى مع المحور الأفقى تكون بداية تدريج أقسام المحور الأفقى يميناً ويساراً بوحدات قياس لأعداد السكان من الذكور على الجانب الأيمن ، ومن الإناث على الجانب الأيسر .

٤ ــ من مواضع قواعد الأعمدة على المحور الرأسى ترسم الأعمدة البيانية الأفقية بأطوال تتناسب مع أعداد السكان داخل الفئة الواحدة ، ممتدة يميناً تمثل السكان الذكور ويساراً تمثل الإناث منهم .

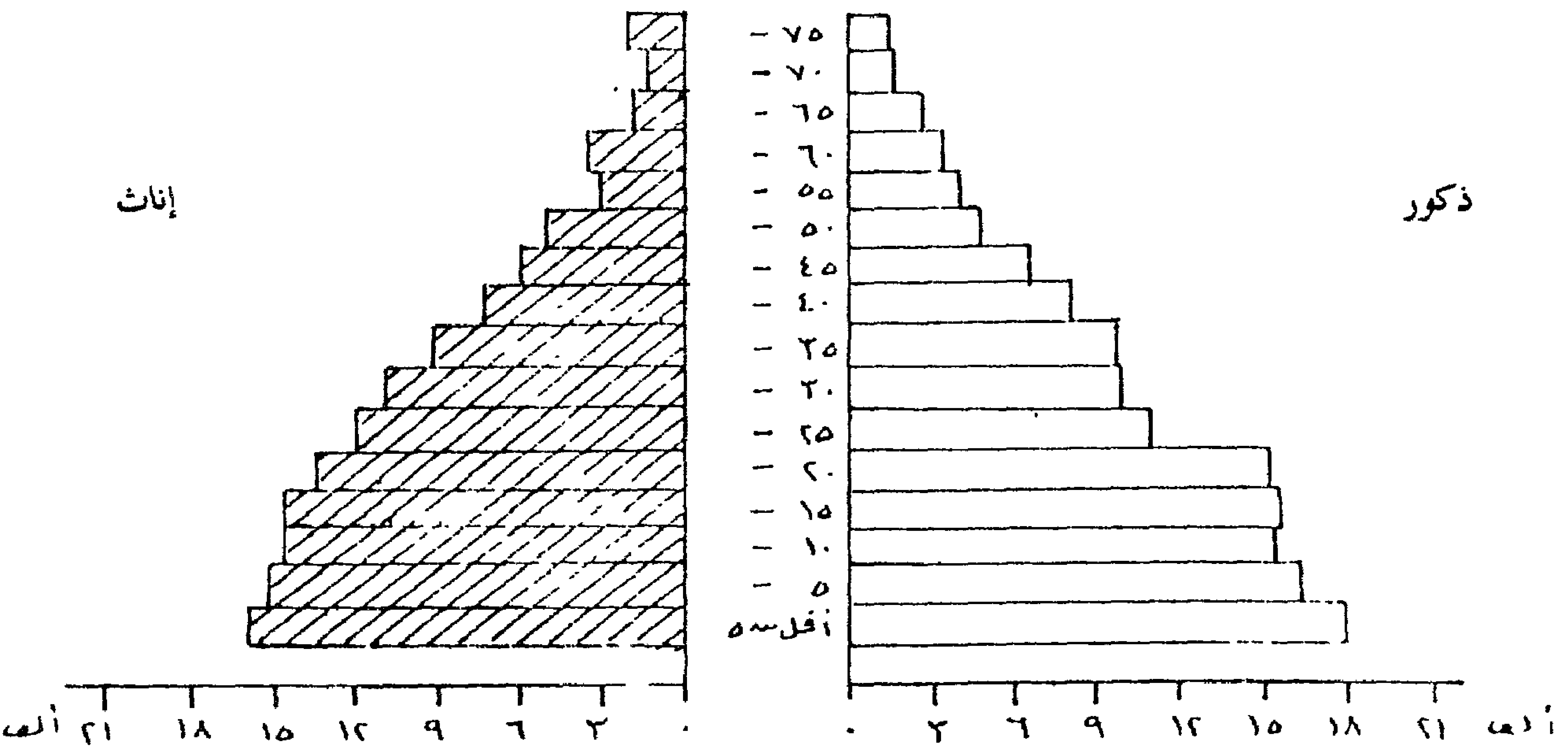
٥ ــ وقد ترسم إهرامات السكان على أساس الأرقام المطلقة أو النسب المئوية .

**مثال :**

الجدول الآتى يوضح التركيب النوعى والعمرى لسكان محافظة الإسكندرية حسب تعداد السكان لعام ١٩٨٦ ، والمطلوب تمثيل هذه الإحصائية بإستخدام طريقة الهرم السكانى البسيط . ( شكل رقم ٢٥ ) .

## التركيب النوعى والعمرى للسكان عام ١٩٨٦ فى محافظة الإسكندرية

| فئة السن | الذكور | الاناث | الجملة |
|---|---|---|---|
| أقل من ٥ سنوات | ١٨١١٣٦ | ١٧٤٤٣٥ | ٣٥٥٥٧١ |
| ٥ – | ١٦٩٣٨٠ | ١٦٤٤٢٦ | ٣٣٣٧٠٦ |
| ١٠ – | ١٥٣٨٨٣ | ١٤٦٨٣٧ | ٢٠٠٧٢٠ |
| ١٥ – | ١٥٤٦١١ | ١٤٤٠٦٢ | ٢٩٨٦٧٤ |
| ٢٠ – | ١٤٦٨٩٣ | ١٣٦٨٢٥ | ٢٨٢٧١٨ |
| ٢٥ – | ١١٤٨٢٩ | ١٢٢٩١٤ | ٢٣٧٧٤٣ |
| ٣٠ – | ١٠٨٥٩٧ | ١١٠٢٥٧ | ٢١٨٨٥٤ |
| ٣٥ – | ١٠٢١٢٤ | ٩٨٩١٨ | ٢٠١٠٤٢ |
| ٤٠ – | ٨٠٠١٩ | ٧٢٦٩٢ | ١٥٢٧١٢ |
| ٤٥ – | ٦٥١٣٤ | ٦٠٧٢٦ | ١٢٥٨٦٠ |
| ٥٠ – | ٥٨٣٢٤ | ٥٧٨٥٢ | ١١٦١٧٦ |
| ٥٥ – | ٤٥٣٤٩ | ٢٩٤٣٦ | ٨٤٧٧٥ |
| ٦٠ – | ٤٠٦٥٦ | ٣٧٩١١ | ٧٨٥٦٧٠ |
| ٦٥ – | ٢٥٩٧٢ | ١٧٤٠٩ | ٤٣٣٨١ |
| ٧٠ – | ١٥٦٩٥ | ١٤٣٨٥ | ٢٩٩٨٠ |
| ٧٥ فاكثر | ١٣٩٠٤ | ١٧٠٧٦ | ٣٠٩٨٠ |
| الجملة | ١٤٨١٥٠٦ | ١٤١٤٩٥٣ | ٢٨٩٦٤٥٩ |




( شكل رقم ٢٥ )

الهرم السكانى لسكان محافظة الإسكندرية

( تعداد عام ١٩٨٦ )

## رابعا الدوائر البيانية

تعتبر الرسوم البيانية الدائرية من أكثر أنواع طرق التمثيل البيانى إستخداماً فى الدراسات الجغرافية ، ذلك لأنها تناسب التقسيم الإدارى الموجود على الخرائط الذى غالباً ما يميل إلى الأشكال المندمجة ، ولأنها من الأشكال المألوفة التى تلاقى إرتياحاً عند قارىء الخريطة .

وتوضح الدوائر البيانية التباين بين الظواهر المختلفة فى الإقليم الواحد ، أو بين الظاهرة الواحدة فى الأقاليم المتباينة . كما وأنها تتميز بإمكان تقسيمها إلى شرائح نسبية توضح مدى إسهام الظواهر الفرعية فى تركيب الظاهرة الجغرافية الأساسية محل التمثيل وموضع الدراسة البيانية والتوزيع على الخريطة .

ويفيد إستخدام الدوائر البيانية عندما تكون قيم الإحصائية الخاصة بالظاهرة الجغرافية المراد توزيعها على الخريطة كبيرة ، بحيث لا تسمح طرق التمثيل البيانى البسيطة كالمنحنيات أو الأعمدة بيانها داخل الحيز المكانى المحدد لها على الخريطة . إذ تعتمد طريقة الدوائر على إدخال البعد الثانى عند تمثيل الظاهرة مما يقلل من إمتدادها الطولى .

### ١ ــ الدوائر البيانية البسيطة :

تستخدم الدوائر البيانية البسيطة عند توزيع ظاهرة ما على خريطة بقصد بيان الفروق بين المكونات الفرعية للظاهرة دون إبراز التفاوت بين أهمية الظاهرة الكلية ، بمعنى أن الدائرة الكلية تستخدم للتوزيع النوعى للدلالة على وجود الظاهرة فى إقليم أو عدد من الأقاليم . وتكون المقارنة والتمييز بين شرائح هذه الدوائر وهى القطاعات الزاوية التى تتناسب فى مقدارها الزاوى والمساحى مع مدى أهمية ومقدار إسهام كل مكون من مكونات الظاهرة .

وتتلخص طريقة تصميم الدوائر البيانية النسبية البسيطة فيما يأتى :

١ ــ لما كان الغرض من إنشاء مثل هذه الخرائط عدم بيان الفروق بين الظاهرة ككل ، فإننا سنعتبر أن الدائرة فى هذه الحالة رمزاً نوعياً ومن ثم يختار نصف قطر مناسب لرسم عدد من الدوائر المتساوية فى المساحة

يتناسب مع الحيز المكانى للوحدات الإدارية على الخريطة محل التوزيع للظاهرة المطلوبة .

٢ ــ تحسب النسب المئوية لمكونات كل ظاهرة بالنسبة لإجمالى هذه الظاهرة فى كل إقليم ، ثم تحول هذه النسب إلى قيم زاوية بإعتبار أن كل نسبة مقدارها ١٪ تقابل زاوية مقدارها ٣,٦ درجة .

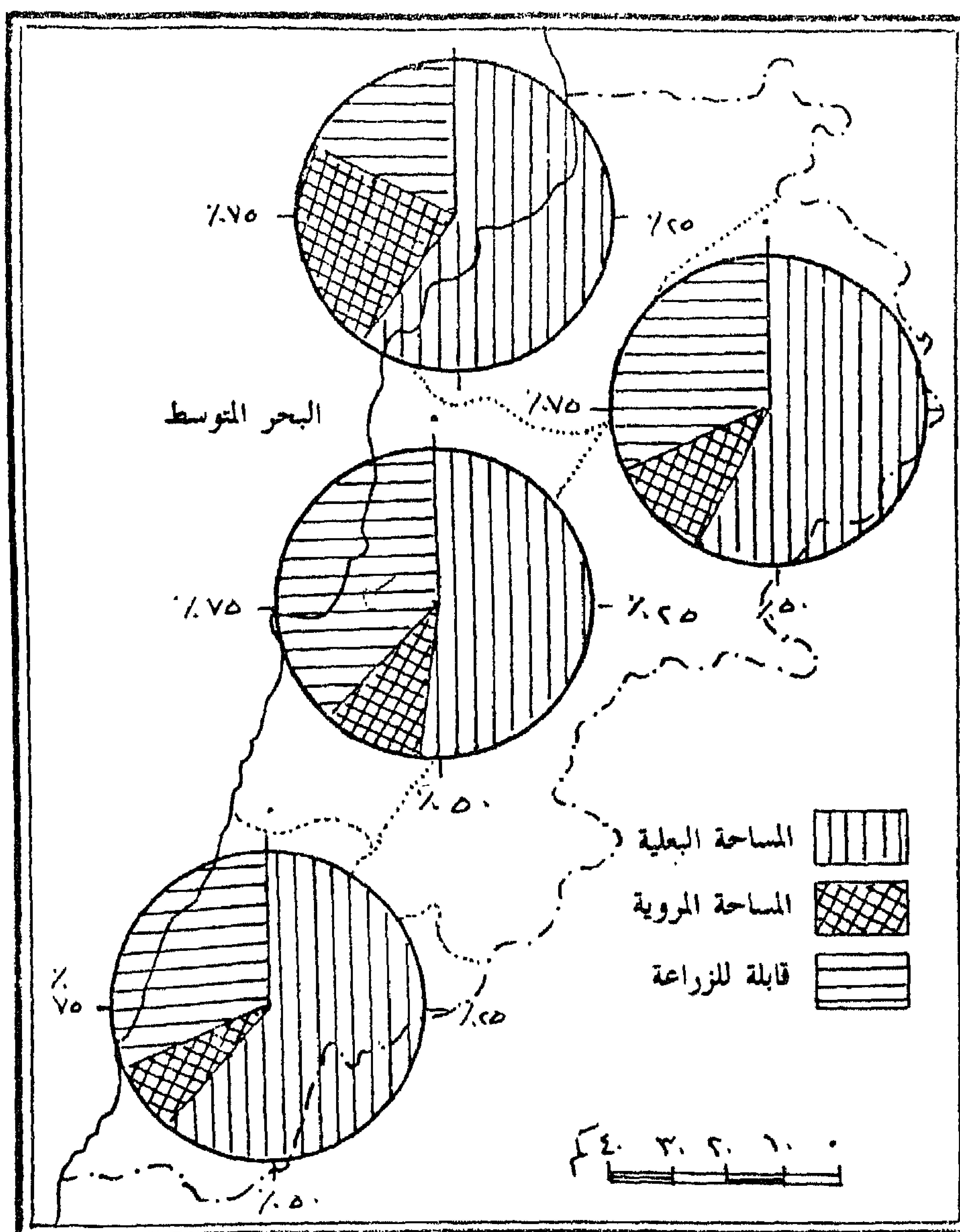
٣ ــ توقع الدوائر متساوية المساحة فى مواضعها على الخريطة ، ويرسم لكل منها نصف قطر فى إتجاه رأسى ، ثم توقع الزوايا التى حسبت فى إتجاه عقرب الساعة . ثم تظلل أو تلون الشرائح الناتجة بظلال أو ألوان ينص عليها فى دليل الخريطة .

**مثال :**

يوضح الجدول الآتى توزيع مساحات الأراضى الزراعية فى محافظات الجمهورية اللبنانية بالهكتار ، والمطلوب إنشاء خريطة بيانية موزع عليها هذه الظاهرة بطريقة الدوائر البيانية البسيطة . ( شكل رقم ٢٦ ) .

# توزيع الأراضى الزراعية فى محافظات لبنان ( هكتاراً )

| | جبل لبنان | | لبنان الشمالي | | لبنان الجنوبي | | البقاع | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المساحة البعلية | ٥١١٩٤ | | ٤٦٥١٠ | | ٨٨٠٢٢ | | ١٤١٢١٨ | |
| المساحة المروية | ١٠٥٣٥ | | ١٧٦٣٦ | | ١٠١٧٣ | | ٢٥٧٣٥ | |
| قابلة للزراعة | ٣٦٩٦٦ | | ١٣٧٠٩ | | ٤٤٤٠٦ | | ٧٩٦٦٤ | |
| الجملة | ٩٨٦٩٥ | | ٧٧٨٥٥ | | ١٤٢٦٠١ | | ٢٤٦٦١٧ | |
| | ٪ | الزاوية | ٪ | الزاوية | ٪ | الزاوية | ٪ | الزاوية |
| المساحة البعلية | ٥١ر٩ | ١٨٦ر٨ | ٥٩ر٧ | ٢١٥ | ٦١ر٧ | ٢٢٢ر١ | ٥٧ر٣ | ٢٠٦ر٢ |
| المساحة المروية | ١٠ر٧ | ٣٨ر٥ | ٢٢ر٧ | ٨١ر٧ | ٧ر١ | ٢٥ر٦ | ١٠ر٤ | ٣٧ر٥ |
| قابلة للزراعة | ٣٧ر٤ | ١٣٤ر٧ | ١٧ر٦ | ٦٣ر٣ | ٣١ر٢ | ١١٢ر٣ | ٣٢ر | ١١٦ر٣ |
| الجملة | ١٠٠ | ٣٠٠ | ١٠٠ | ٣٦٠ | ١٠٠ | ٣٦٠ | ١٠٠ | ٣٦٠ |




( شكل رقم ٢٦ )
توزيع الأراضى الزراعية فى محافظات جمهورية لبنان

## ٢ ــ الدوائر البيانيه المتناسبه

تستخدم الدوائر البيانية المتناسبة فى إنشاء خرائط لبيان التغير فى حجم الظاهرة الموضحة على الخريطة من إقليم لآخر ، بحيث تظهر الدوائر متناسبة فى مساحاتها تبعاً للقيم التى تمثلها كل منها ، وبذلك تتميز الدوائر المتناسبة على الدوائر البسيطة . بالإضافة إلى أن الدوائر المتناسبة تقسم داخلياً أيضاً لبيان المكونات الفرعية للظاهرة كما فى الدوائر البسيطة تماماً .

وتتلخص طرق تصميم الدوائر البيانية المتناسبة فى كيفية تحديد أطوال أنصاف أقطار الدوائر بحيث تتناسب فى مساحتها مع ما تمثله من قيم ومن طرق إنشاء هذه الدوائر :

### أ ــ طريقة التناسب :

يتم فى هذه الطريقة إختيار نصف قطر لأصغر القيم الظاهرة المراد تمثيلها على الخريطة ، وبإجراء عملية التناسب الحسابى تستنتج بقية أنصاف الأقطار الخاصة للقيم الأخرى ، ومن ثم تكون متناسبة فيما بينها البعض تبعاً لإختلاف الكميات التى تمثلها .

وفى المثال الخاص بالدوائر البسيطة تبين أن إجمالى الظاهرة الموزعة الذى لم تظهره هذه الدوائر الخاص بإجمالى الأراضى الزراعية والقابلة للزراعة بمحافظات لبنان كالآتى :

| | | |
|---|---|---|
| جبل لبنان | ٩٨٦٩٥ | هكتاراً |
| لبنان الشمالى | ٧٧٨٥٥ | هكتاراً |
| لبنان الجنوبى | ١٤٢٦٠١ | هكتاراً |
| البقاع | ٢٤٦٦١٧ | هكتاراً |

وبإستقراء البيانات السابقة يتبين أن أصغر أرقام الإحصائية هو القيمة الخاصة بمحافظة لبنان الشمالى وقدرها ٧٧٨٥٥ هكتاراً . وتبعاً لمقياس رسم خريطة الأساس التى ستوزع عليها هذه الظاهرة يتحدد الحيز المكانى لكل دائرة ، ومن ثم يتم إختيار قيمة أساس لأصغر دائرة وهى التى ستمثل الأراضى الزراعية والقابلة للزراعة فى محافظة لبنان الشمالى وهى ٧٧٨٥٥ هكتاراً .

ـــ على فرض أن القيمة المناسبة المختارة هي ١ سم ، فيكون حساب بقية أنصاف الأقطار تمثيل الظاهرة فى المحافظات الأخرى بطريقة التناسب الحسابى كالآتى :

**١ ـــ بالنسبة للدائرة الخاصة بمحافظة جبل لبنان :**

لما كان نصف قطر الدائرة الممثلة للقيمة ٧٧٨٥٥ هكتاراً هو ١ سم .
يكون نصف قطر الدائرة الممثلة للقيمة ٩٨٦٩٥ هكتاراً هو س :

$$\therefore \text{س} = \frac{٩٨٦٩٥ \times ١}{٧٧٨٥٥} = ١,٢٧ \text{ سم .}$$

**٢ ـــ بالنسبة للدائرة الخاصة بمحافظة لبنان الجنوبى :**

لما كان نصف قطر الدائرة الممثلة للقيمة ٧٧٨٥٥ هكتاراً هو ١ سم .
يكون نصف قطر الدائرة الممثلة للقيمة ١٤٢٦٠١ هكتاراً هو س :

$$\therefore \text{س} = \frac{١٤٢٦٠١ \times ١}{٧٧٨٥٥} = ١,٨٣ \text{ سم}$$

**٣ ـــ بالنسبة للدائرة الخاصة بمحافظة البقاع :**

لما كان نصف قطر الدائرة الممثلة للقيمة ٧٧٨٥٥ هكتاراً هو ١ سم .
يكون نصف قطر الدائرة الممثلة للقيمة ٢٤٦٦١٧ هكتاراً هو س :

$$\therefore \text{س} = \frac{٢٤٦٦١٧ \times ١}{٧٧٨٥٥} = ٣,١٧ \text{ سم}$$

وعلى ذلك تكون أنصاف أقطار الدوائر المتناسبة لبيان الأراضى الزراعية والقابلة للزراعة بمحافظات لبنان كالآتى :

| | |
|---|---|
| لبنان الشمالى | ١,٠٠ سم |
| جبل لبنان | ١,٢٧ سم |
| لبنان الجنوبى | ١,٨٣ سم |
| البقاع | ٣,١٧ سم |

ونلاحظ أن الدوائر البيانية الناتجة ستتناسب فى مساحاتها تبعاً لإختلاف قيم الظاهرة من إقليم لآخر . ثم تقسم الدوائر بنفس أسلوب تقسيم الدوائر البيانية البسيطة لبيان تفاصيل الظاهرة ، ثم توزع الدوائر على مواضعها فى الخريطة . ويراعى أن يرسم مقياس للدوائر حتى يمكن أن تنسب إليه القيم الموقعة .

## ب ــ طريقة الجذور التربيعية :

يتم فى هذه الطريقة التعامل مع قيم الظاهرة المقسمة بإعتبارها مساحات لدوائر المطلوب إيجاد أنصاف أقطارها . ومن المعروف أن المتغير فى مساحات الدوائر هو نصف القطر ، ومن ثم يكون حساب الجذور التربيعية لقيم الإحصائية بمثابة الحصول على أطوال أنصاف أقطار الدوائر المقابلة لها .

وتتلخص هذه الطريقة بإيجاد الجذور التربيعية لكل قيم الظاهرة فى الأقاليم الجغرافية المختلفة ، ثم يتم التعامل مع قيم الجذور التربيعية السابق حسابها لزيادة أطوالها أو لتصغيرها تبعاً لمقياس رسم خريطة الأساس موضع التوزيع للظاهرة وذلك بمقدار ثابت يتم اختياره .

وفى المثال السابق كانت قيم الظاهرة كالآتى :

| | |
|---|---|
| جبل لبنان | ٩٨٦٩٥ هكتارا |
| لبنان الشمالي | ٧٧٨٥٥ هكتارا |
| لبنان الجنوبي | ١٤٢٦٠١ هكتارا |
| البقاع | ٢٤٦٦١٧ هكتارا |

| المحافظة | المساحة | الجذر التربيعي | نصف القطر بالقسمة ÷ ١٠٠ | نصف القطر بالقسمة ÷ ٢٠٠ |
|---|---|---|---|---|
| جبل لبنان | ٩٨٦٩٥ | ٣١٤ر١٥ | ٣ر١٤ | ١ر٦ |
| لبنان الشمالي | ٧٧٨٥٥ | ٢٧٩ر٠٢ | ٢ر٧٩ | ١ر٤ |
| لبنان الجنوبي | ١٤٢٦٠١ | ٣٧٧ر٦٢ | ٣ر٧٧ | ١ر٩ |
| البقاع | ٢٤٦٦١٧ | ٤٩٦ر٦٠ | ٤ر٩٦ | ٢ر٥ |

يتضح أنه بقسمة الجذور التربيعية على ١٠٠ قد حصلنا على أطوال لأنصاف الأقطار أكبر مما نتج من القسمة على ٢٠٠ . ويتم إختيار الأطوال التي تتناسب مع مقياس الرسم وبحيث تظهر الظاهرة الموزعة واضحة ومتميزة . ثم توقع الدوائر في مواضعها على خريطة الأساس . وتقسم لبيان الظواهر الفرعية كما في الدوائر البيانية البسيطة مع مراعاة أن يضم دليل الخريطة مقياساً للدوائر .

جـ ـ طريقة الحساب اللوغاريتمى .

يتميز الأسلوب اللوغاريتمى عن الأساليب الأخرى في أنه يسمح ببيان التغير النسبى الفعلى في الظواهر . ومن ثم يكون إستخدامه مناسباً لبيان التغير الحقيقى والمقارنة الدقيقة بين الأقاليم الجغرافية وبعضها البعض فيما يتعلق بالظواهر الجغرافية فى كل منها . ومن الطرق المستخدمة فى إنشاء الدوائر البيانية المتناسبة الأسلوب اللوغاريتمى فى حساب أنصاف أقطار الدوائر ويتلخص هذا الأسلوب فى الآتى :

١ ـــ يحسب لوغاريتم القيم الخاصة بالظاهرة لكل إقليم .
٢ ـــ يعالج اللوغاريتم الناتج بالضرب فى قيمة ثابتة ٠,٥٧ .
٣ ـــ يستخرج العدد المقابل للقيمة السابق حسابها .
٤ ـــ يتم إختيار قيمة أساس لأصغر قيمة يمثل نصف قطر أصغر دوائر الخريطة وذلك تبعاً لمقياس رسم الخريطة وتبعاً لأكبر دوائر بها حتى يمكن توقيع كل الدوائر فى مواضعها بصورة متناسقة .

وفى المثال السابق كانت قيم الظاهرة :

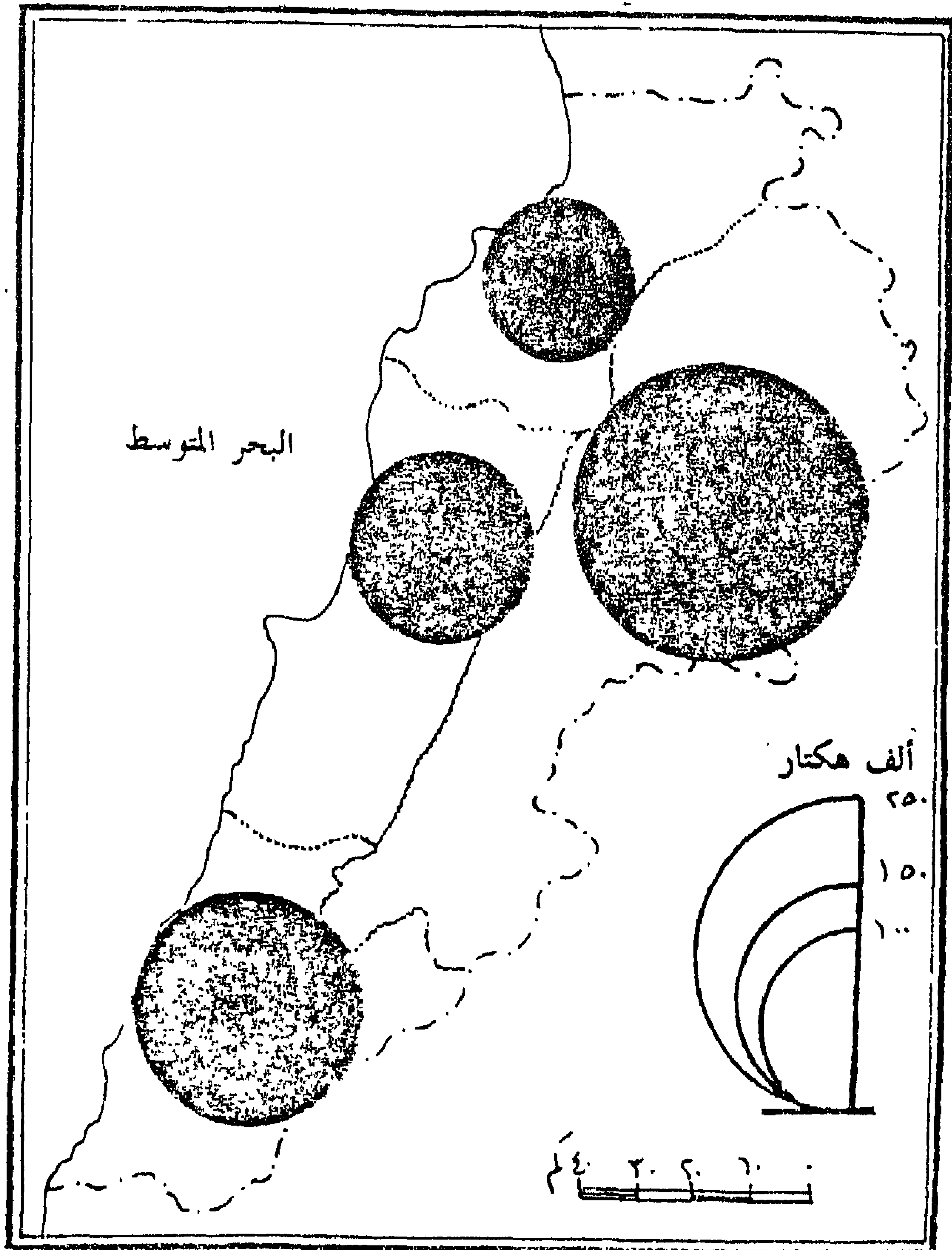
| | | |
|---|---|---|
| جبل لبنان | ٩٨٦٩٥ | هكتاراً |
| لبنان الشمالى | ٧٧٨٥٥ | هكتاراً |
| لبنان الجنوبى | ١٤٢٧٠١ | هكتاراً |
| البقاع | ٢٤٦٦١٧ | هكتاراً |

| المحافظة | المساحة | اللوغاريتم | لو × ٥٧ر | العدد المقابل | نصف القطر |
|---|---|---|---|---|---|
| جبل لبنان | ٩٨٦٩٥ | ٤ر٩٩٤٢ | ٢ر٨٤٦٧ | ٧٠٢ر٧ | ١ر١٤ |
| لبنان الشمالي | ٧٧٨٥٥ | ٤ر٨٩١٢ | ٢ر٧٨٨٠ | ٦١٣ر٨ | ١ |
| لبنان الجنوبى | ١٤٢٦٠١ | ٥ر١٥٤١ | ٢ر٩٣٧٨ | ٨٦٦ر٦ | ١ر٤١ |
| البقاع | ٢٤٦٦١٧ | ٥ر٣٩٢٠ | ٣ر٠٧٣٤ | ١١٨٤ر٣ | ١ر٩٣ |

تم اختيار قيمة أساس مقدارها ١ سم تمثل نصف قطر الدائرة الخاصة بلبنان الشمالى وتم حساب بقية أنصاف الأقطار بطريقة النسبة والتناسب العادية

ومن الممكن تغيير قيمة الأساس للحصول على الأطوال المناسبة لمقياس رسم خريطة الأساس المعدة لتوزيع الظاهرة .

يتم توقيع الدوائر فى مواضعها المحددة على الخريطة وتقسيمها لبيان الظواهر الفرعية وتزود الخريطة بمقياس للدوائر . ( شكل رقم ٢٧ )




( شكل رقم ٢٧ )

توزيع الأراضى الزراعية فى محافظات الجمهورية اللبنانية

## الفصل الثالث

# الخرائط الجيولوجية

أولاً : الخرائط الجيولوجية السطحية .

ثانياً : الخرائط الجيولوجية الطباقية :

أ ـ الخرائط الجيولوجية أفقية الطباقية .

ب ـ الخرائط الجيولوجية غير أفقية الطباقية .

# الخريطة الجيولوجية والجغرافي

توضح الخرائط الجيولوجية التوزيع الجغرافى لأنواع الصخور ونظامها وتؤرخ لها وفقاً للجدول الزمني للأزمنة والعصور الجيولوجية وتعتبر الخريطة الجيولوجية أساساً مهماً فى الدراسات الجغرافية الطبيعية منها والبشرية. ففى مجال الجغرافيا الطبيعية تعد الخريطة الجيولوجية عماداً للدراسات الجيومورفولوجية وفى تفسير الظواهر التضاريسية لسطح الأرض. إذ أن معرفة نوع الصخر ونظامه والتراكيب الصخرية مهمة فى تفسير مدي تأثير القوي الداخلية أو الحركات التكتونية التى تتعرض لها قشرة الأرض السريعة منها كالهزات الأرضية والثورنات البركانية، والبطيئة كالثنيات والشقوق والفواصل والفوالق، كذلك تأثير القوي الخارجية كالتجوية الميكانيكية والكيميائية وعمليات التعرية بأنواعها النهرية والهوائية والساحلية والجليدية فى تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية والظواهر التضاريسية المختلفة التى تشكل سطح الأرض فى الحيز المكانى الجغرافى. بالإضافة إلي أهمية الخريطة الجيولوجية فى التعرف علي التطور المتوقع لهذه الظواهر علي المدي الزمنى. كذلك تفيد الخريطة الجيولوجية فى تحديد الكثافة النباتية نظراً للعلاقة بين نوع الصخر وبين نوع وكثافة النبات الطبيعى.

وتتضح أهمية الخريطة الجيولوجية فى ميدان الجغرافيا البشرية ففي نطاق الجغرافيا الزراعية تساعد الخريطة الجيولوجية فى التعرف علي أنواع التربة المختلفة وخصائها البتروجرافية وتركيبها الكيميائى تبعاً لنوع الصخر التى إشتقت منه. كما تفيد الخريطة الجيولوجية فى مجال الدراسات المتعلقة بموارد المياه الأرضية وتحديد الطبقات الحاوية لها ومقدار المخزون فيها والمصادر التى تغذيها، وما لذلك من أهمية خاصة فى نطاق الأراضى الجافة وشبه الجافة.

وتفيد الخريطة الجيولوجية فى تحديد أنسب المناطق للبحث عن الثروات المعدنية إذ يرتبط وجود المعدن بنوع الصخر، كما ترتبط عمليات التعدين بنظام الصخر مما يوضح أهمية الخريطة الجيولوجية فى مجال جغرافية المعادن والصناعة إذ يلعب نوع الصخر دوراً مهماً فى توطن بعض الصناعات.

وتعتبر الخريطة الجيولوجية عاملاً مساعداً فى تحديد أنماط ونظم العمران فى الحيز المكانى لما لنوع الصخر من تأثير واضح علي طبيعة العمران وعلي شبكات النقل البرى بصورها المختلفة.

من هذا العرض الموجز تتبين أهمية الخريطة الجيولوجية الجغرافية فى تحديد نوع الإستخدام الأمثل للأرض، وكذلك طبيعة الإستغلال المناسب الذى من شأنه أن يحقق قدراً من التنمية الإقتصادية.

## أولا : الخرائط الجيولوجية السطحية

### أ ــ الخرائط الخاصة بتوزيع أنواع الصخور :

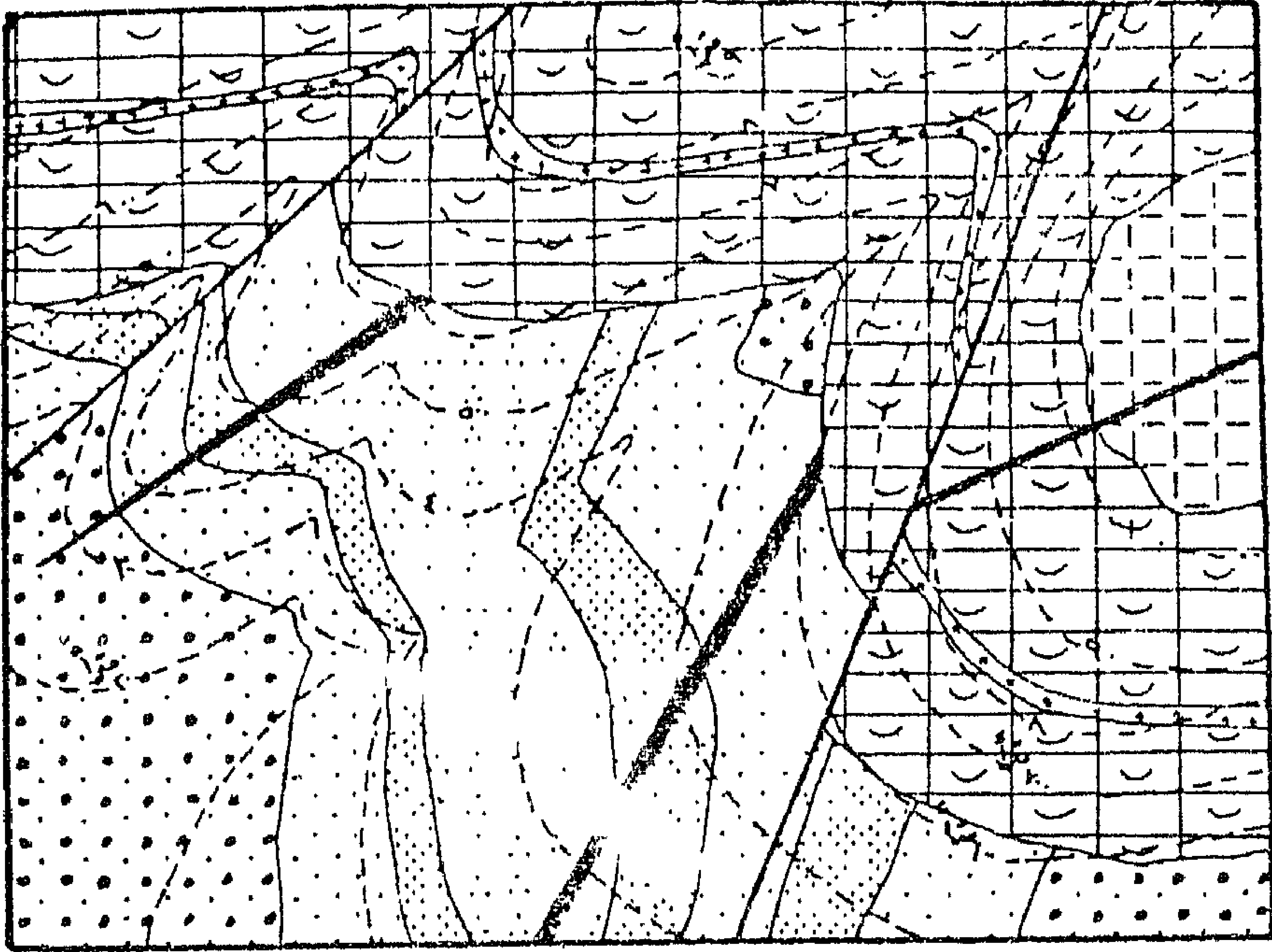
توضح هذه الخرائط الجيولوجية التوزيع الجغرافى للصخور تبعاً للنوع والتى تظهر منكاشفها على سطح الأرض فى الحيز الجغرافى موضوع الدراسة. ويستخدم فى إنشاء مثل هذه الخرائط وقراءتها عدد من رموز المساحة النوعية غير الكمية ويفضل إستخدام الألوان المتناقضة ليدل كل لون على صخر معين والبعض من هذه الألوان أو الرموز إصطلاحى متفق عليه خاصة الصخور الرئيسية الأكثر إنتشاراً وتوزيعاً على سطح الأرض ، والبعض الآخر من هذه الألوان أو الرموز غير إصطلاحى وتستخدم للدلالة على توزيع محلى لنوع من الصخور . ويظهر على هذه الخرائط عدد من الرموز الإصطلاحية الخاصة ببيان توزيع التراكيب الصخرية من شقوق وفواصل وفوالق وثنيات ( شكل رقم ٢٨ ) .

### ب ــ الخرائط الخاصة بالتأريخ الجيولوجى :

تتميز هذه الخرائط بتوزيع الصخور فى الحيز الجغرافى تبعاً إلى عصر أو زمن النشأة تبعاً للأقسام الجيولوجية المتعارف عليها فى التأريخ الجيولوجى للأرض من أزمنة وأحقاب وعهود وعصور وأدوار . وتعتمد هذه الخريطة على إستخدام الرمز اللونى النوعى أو أشكال التظليل المتناقض أو الرموز الهجائية . ( شكل رقم ٢٩ ) .

### جـ ــ الخرائط الجيولوجية للنوع والتأريخ :

تظهر فى هذه الخرائط الصخور موزعة تبعاً لنوع الصخر وتؤرخه له فى وقت واحد . ومن ثم فهى تجمع بين الرمز اللونى أو التشكيل التظليلى للدلالة على النوع وبين الرمز الهجائى للدلالة على التأريخ الجيولوجى لنشأه .



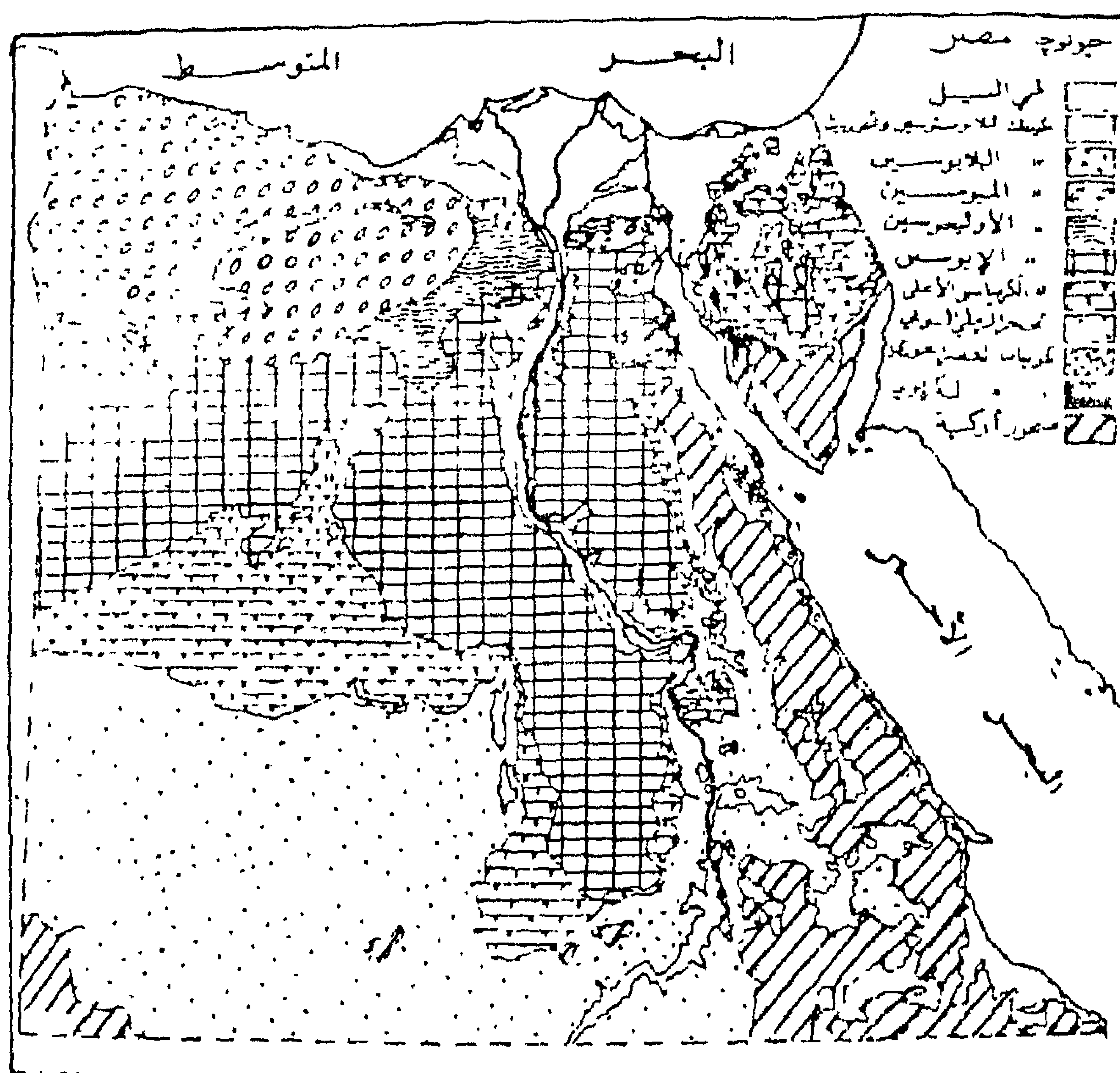
مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠

| | |
|---|---|
| جرانيت | حجر رملى |
| كوارتز | جريت |
| حجر جيرى حبيبى | صخور المجمعات |
| حجر طينى | دولوريت |
| | محور فالق |

( شكل رقم ٢٨ )

خريطة جيولوجية

أنواع الصخور




( شكل رقم ٢٩ )

خريطة جيولوجية

التأريخ الجيولوجي

# دليل الخريطة الجيولوجية

يعتبر دليل الخريطة الجيولوجية من الأساسيات التى تمكن من قراءتها ، وهو عبارة عن بيان مرسوم يوضح أنواع الصخور الموزعة على الخريطة . ويرسم دليل الخريطة الجيولوجية على شكل عمود تظهر فيه الطبقات بترتيب يتفق وعمرها الجيولوجى فتظهر الطبقات الأحدث فى أعلى العمود الجيولوجى ، وتظهر أقدم الطبقات فى نهايته عند القاعدة . وقد يرسم دليل الخريطة الجيولوجية وفقاً لمقياس رسم يوضح التفاوت فى السمك بين الطبقات الموزعة على الخريطة ، وغالباً ما يتم رسم العمود الجيولوجى دون التقيد بسمك الطبقات ويكون الهدف منه فى هذه الحالة بيان النوع فقط دون السمك .

ويرمز للصخور على الخرائط الجيولوجية بإستخدام الألوان المتناقضة عادة حيث أن الصخور تختلف فيما بينها من حيث الشكل الخارجى والخصائص الطبيعية والتركيب الكيميائى وزمن النشأة . وتبين الألوان المتناقضة غير المتدرجة إما نوع الصخر ، أو التأريخ الجيولوجى للصخر .

وتوقع الصخور على الخرائط الجيولوجية وفى دليل الخريطة بإستخدام ألوان أصبح بعضها الآن إصطلاحياً شبه متفق عليه ، فالصخور النارية يرمز لها باللون الأحمر ، والصخور المتحولة يرمز لها باللون البنفسجى ، والصخور الرملية يرمز لها باللون الأخضر ، والصخور الجيرية يرمز لها باللون الأزرق ، ويرمز للصلصال باللون الرمادى ، ويرمز للطفل باللون البنى ، ويرمز لنمارل باللون البرتقالى ، ويرمر للكنجلوميرات باللون الأصفر ، ويرمز للتكوينات الفيضية باللون الأخضر الزيتونى . على حين يمكن الإستعانة بأية ألوان أحرى لترمز لأنواع الصخور لا يشترط أن يكون متفقاً عليها بشرط أن ينص عليها فى دليل الخريطة .

ويستعان بالأشكال الظليلية كبديل للألوان فى توزيع الصخور على الخرائط الجيولوجية ، وكذلك رموز حروف الهجاء . وتوقع التراكيب الصخرية بإستخدام رموز متفق عليها توضح محاور الإلتواءات وإتجاه الميل ودرجته ، ومحاور الفوالق والصدوع وإتجاه رمياتها ، وأسطح عدم التوافق وغيرها . ( شكل رقم ٣٠ ) .

| | |
|---|---|
| رمل مفكك | جبس |
| حصى | حجر سلتى |
| كنجلوميرات | صوان |
| بريشيا | حجر جيرى صوانى |
| جريت | مارل |
| حجر رملى | حجر جيرى مارلى |
| طفل | صخر نارى كتلى |
| حجر رملى طفلى | صخور نارية |
| حجر جيرى | جرانيت |
| حجر رملى جيرى | رماد بركانى |
| طفل جيرى | إتجاه الميل |
| حجر جيرى رملى | محور الصدع |
| طباشير | إلتواء محدب |
| دولوميت | إلتواء مقعر |
| صلصال | سطح عدم التوافق |

( شكل رقم ٣٠ )
نماذج لبعض الرموز المستخدمة فى الخرائط الجيولوجية

## ثانياً : الخرائط الجيولوجية الطباقية

تتصف الصخور الرسوبية عامة بالطباقية وتتوالى الطبقات الواحدة تلو الأخرى فيما يعرف بالتتابع الصخرى بحيث يكون ترتيب الطبقات الأقدم يعلوها الأحدث منها . ويعرف السطح الفاصل بين كل طبقتين متتاليتين بسطح الإنفصال الذى يعتبر سطحاً علوياً للطبقة السفلى الأقدم عمراً وهو نفسه السطح السفلى للطبقة التى تعلو فوقها مباشرة والأحدث منها عمراً . وقد تتداخل مع هذه الصخور الرسوبية بعض تكوينات الصخور النارية أو المتحولة . وقد تظل هذه الطبقات فى وضعها الأفقى وقد تتعرض للثنى لتتخذ وضعاً مائلاً أو رأسياً بفعل الحركات التكتونية وقد تصاب بالتصدع .

### أ ــ الخرائط الجيولوجية أفقية الطباقية :

تظهر الطبقات الأفقية بعد إنحسار البحر عن بيئة الأرساب أفقية بحيث تغطى أحدث وأعلى الطبقات ما تحتها من طبقات أقدم منها عمراً ويفصل بين الطبقات أسطح الإنفصال . ونتيجة لتعرض هذه الطبقة العليا لفعل عمليات التجوية والتعرية لا تلبث أن تتشكل لتعطى مظهراً تضاريسياً ما بين مرتفع ومنخفض وما بين إستواء وإنحدار فتتقطع طبقة الغطاء هذه ليظهر على سطح الأرض أجزاء من الطبقات بأسفلها والأقدم منها عمراً ويعرف الجزء الظاهر من الطبقة بمكشف الطبقة أو ظاهر الطبقة . وكون الطبقات ما زالت فى وضعها الأفقى فإن تقاطع مكشف الطبقة أو ظاهرها مع سطح الأرض يكون بالتالى أفقياً أى موازياً لخط الإرتفاع المتساوى ــ خط الكنتور ــ الذى تقع على منسوبه الطبقة . ومن ثم فإن هذه الطبقة يظهر سطحها العلوى موازياً لخط الإرتفاع المتساوى الرئيسى أو الثانوى الذى يمثل إرتفاع هذا السطح العلوى عن متوسط منسوب سطح البحر أو ما يعرف بمستوى المقارنة ، على حين يظهر السطح السفلى موازياً لخط الإرتفاع المتساوى الذى يقل فى منسوبه عن الخط السابق بمقدار السمك الرأسى لهذه الطبقة وموازياً له .

مما سبق يتضح أنه لإنشاء خريطة جيولوجية توضح مكاشف الطبقات الأفقية يلزم أن تتوفر خريطة أساس كنتورية توضح الأشكال التضاريسية ، يتم

توقيع البيانات الجيولوجية عليها ويفضل أن تكون خريطة الأساس هذه مرسومة بمقياس رسم مناسب يسمح ببيان التوزيع الجغرافى للتتابع الطبقى بالإضافة إلى الشروط التى يجب توافرها فى الخرائط .

**مثال :**

توضح الأرصاد الحقلية الجيولوجية للمنطقة الموضحة على الخريطة الكنتورية ( خريطة الأساس ) الآتية التتابع الصخرى لعدد من الطبقات الأفقية ، ويظهر السطح العلوى لطبقة من الحجر الجيرى سمكها ١٠٠ متراً على منسوب ٩٠٠ متراً .

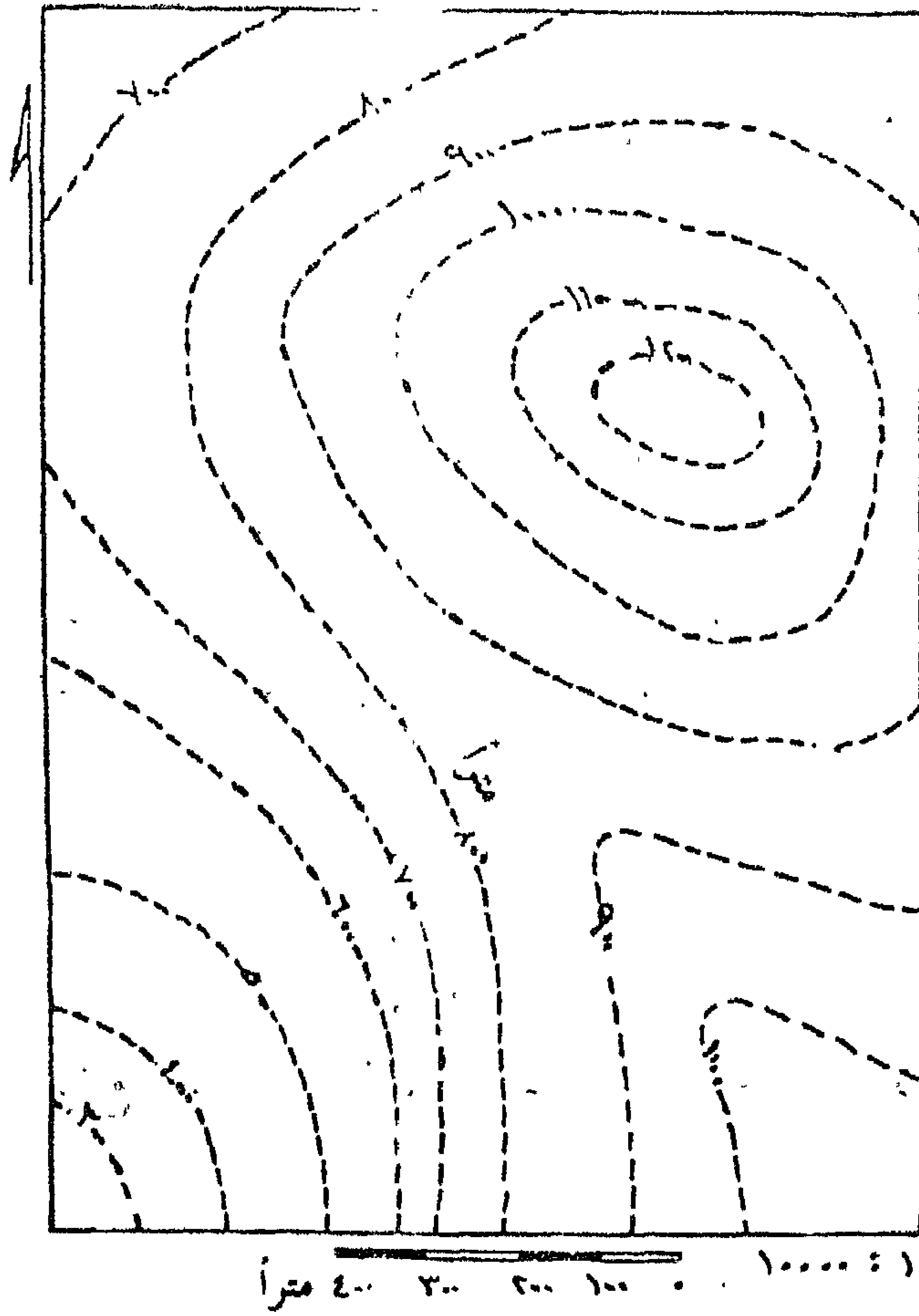
وتقع هذه الطبقة من الحجر الجيرى فوق التتابع الصخرى للطبقات الأفقية الآتية :

١ ــ طبقة من الحجر الرملى سمكها ٥٠ متراً .
٢ ــ طبقة من الطفل سمكها ١٢٥ متراً .
٣ ــ طبقة من المارل سمكها ١٠٠ متراً .

والمطلوب توقيع مكاشف هذه الطبقات على خريطة الأساس . ( شكل رقم ٣١ ) .

تعنى أفقية الطبقات الصخرية أن أسطح الإنفصال فيما بينها تنطبق على خطوط الإرتفاعات المتساوية ــ خطوط الكنتور ــ الموضحة لمناسيب سطح الأرض فى المنطقة والمتساوية فى مناسيبها معها . أى أن أسطح الإنفصال بين الطبقات ستظهر على الخريطة موازية لخطوط الكنتور تبعاً لإرتفاع كل سطح منها . وعلى ذلك يتم توقيع مكاشف الطبقات على النحو التالى :

١ ــ ينطبق السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى على خط الإرتفاع المتساوى ٩٠٠ متراً فيرسم خط متصل ليمثل مكشف أو ظاهر السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى منطبقاً على خط كنتور ٩٠٠ متراً على الخريطة .
٢ ــ يحدد سمك طبقة الحجر الجيرى إرتفاع أو منسوب السطح السفلى لها . وعلى ذلك فإن السطح السفلى لهذه الطبقة ينخفض بمقدار ١٠٠ متراً عن سطحها العلوى وهو سمك الطبقة وبذلك يكون سطحها السفلى



( شكل رقم ٣١ )
خريطة الأساس

على منسوب ( ٩٠٠ ـ ١٠٠ = ٨٠٠ متراً ) ومن ثم سينطبق السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى على خط الإرتفاع المتساوى ٨٠٠ متراً فى خريطة الأساس فيرسم خط متصل على طول إمتداد خط كنتور ٨٠٠ متراً ليمثل السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى . وبذلك يكون قد تم توقيع مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى على الخريطة .

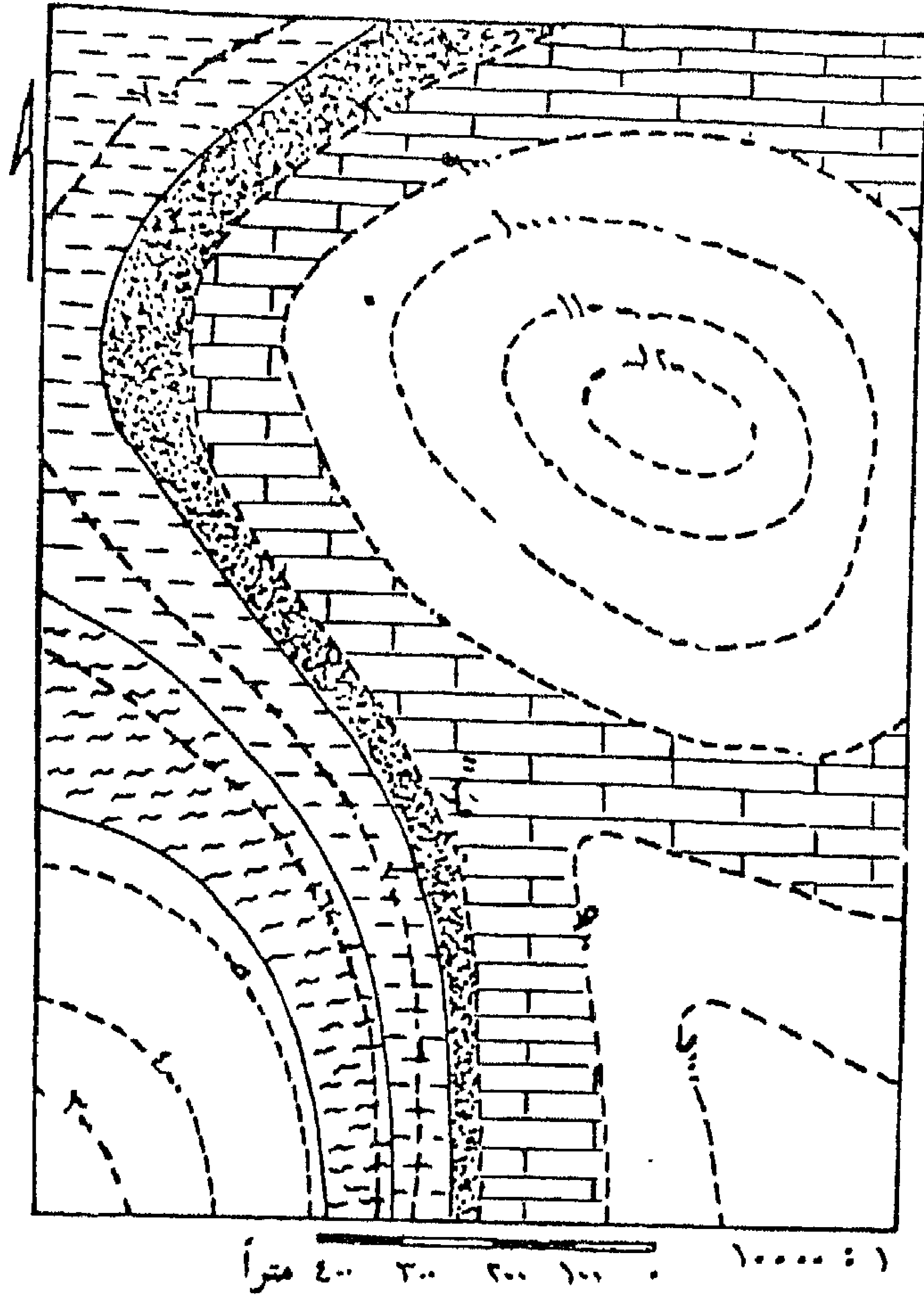
٣ ــ تلون أو تظلل المساحة المحصورة بين السطحين العلوى والسفلى لطبقة بالنون أو الظل الإصطلاحى الذى يدل على الحجر الجيرى ويرمز له ذلك فى دليل الخريطة .

٤ ــ يدل التتابع الصخرى على أن طبقة الحجر الرملى تقع أسفل طبقة الحجر الجيرى التى سبق توقيع مكشفها على الخريطة ، ويعنى ذلك أن السطح السفلى لطبقة الحجر الرملى هو نفسه السطح العلوى لطبقة الحجر الرملى .

٥ ــ يوقع السطح السفلى لطبقة الحجر الرملى بحيث ينخفض فى المنسوب عن السطح العلوى لها بمقدار سمك الطبقة ( ٨٠٠ – ٥٠ = ٧٥٠ متراً ) أى منطبقاً على خط الكنتور المساعد ــ الثانوى ــ ٧٥٠ متراً على خريطة الأساس بخط متصل ، وبذلك يكون قد تم توقيع ظاهر طبقة الحجر الرملى .

٦ ــ تلون أو تظلل المساحة المحصورة بين السطحين العلوى والسفلى لطبقة الحجر الرملى باللون أو الظل الإصطلاحى الذى يرمز للحجر الرملى على أن يوضح ذلك فى دليل الخريطة وبنفس التتابع أى تظهر طبقة الحجر الرملى ومن فوقها طبقة الحجر الجيرى .

٧ ــ يتم توقيع مكاشف بقية الطبقات بنفس الأسلوب حتى ينتهى إنشاء الخريطة الجيولوجية المطلوبة . ( شكل رقم **٣٢** ) .






حجر جيرى

حجر رملى

طفل

مارل

( شكل رقم ٣٢ )

**مثال رقم ( ٢ ) :**

فى المثال الأول كانت الطبقات أفقية ومتوازية فى كل الخريطة ، وعلى فرض

أن الأرصاد الحقلية الجيولوجية قد أوضحت أن المنطقة قد تأثرت بالحركات التكتونية وأصابها الفالق الذى يمتد محوره على إمتداد الخط ص ص المبين على الخريطة وكانت رميته السفلى فى إتجاه الشرق ومقدارها ١٠٠ متراً مع بقاء الطبقات أفقية ومتوازية على جانبى الفالق .

فى هذه الحالة يتم إنشاء الخريطة الجيولوجية وتوقيع مكاشف الطبقات على جانبى الفالق موزعة على خريطة الأساس على النحو الآتى :

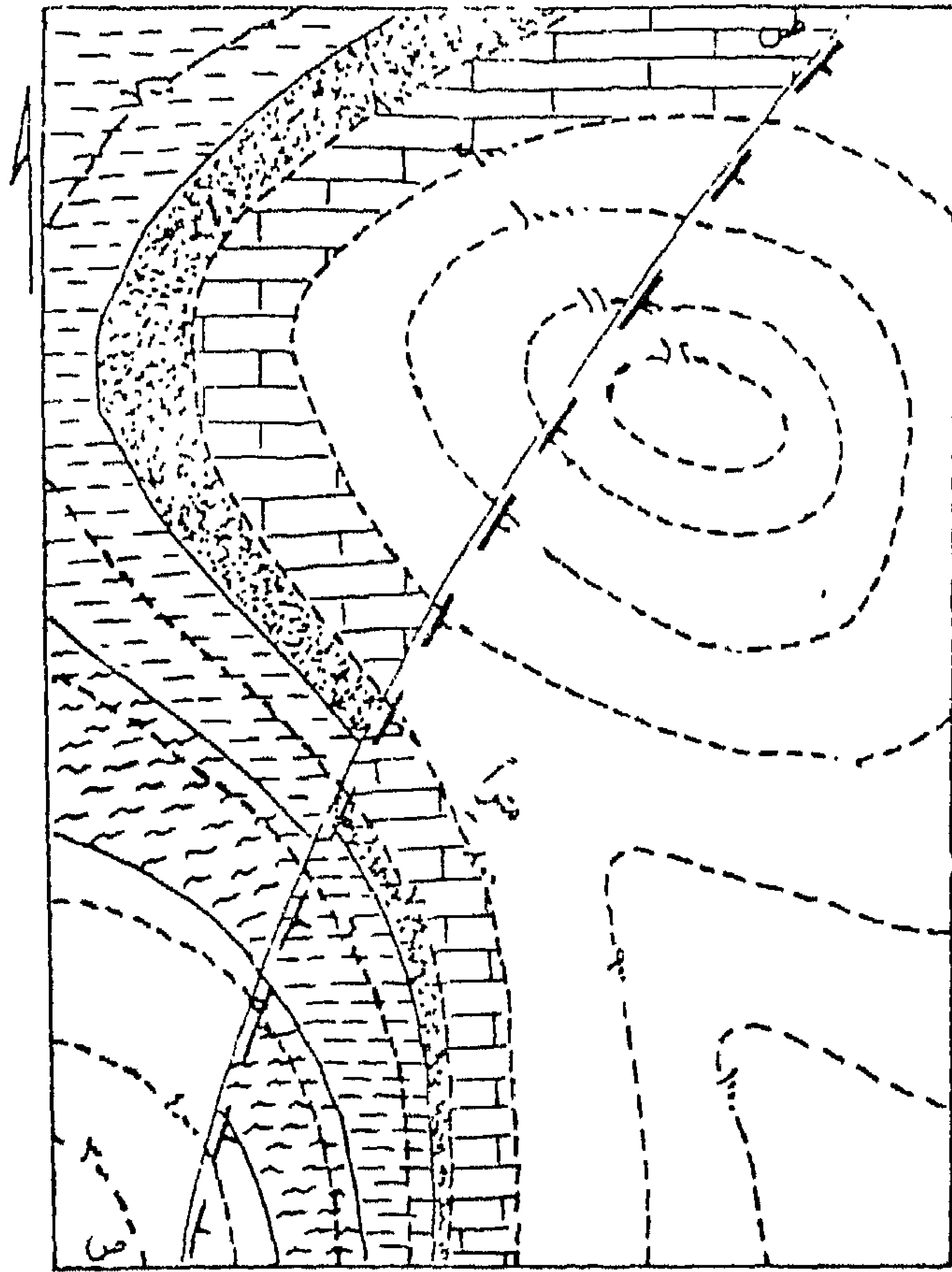
١ ـــ توقع الطبقات الجيولوجية على الجانب الغربى من الفالق بإتباع نفس أسلوب توقيع الطبقات الجيولوجية فى الحالة السابقة حيث أن هذه الطبقات لم يتأثر منسوبها بالفالق .

٢ ـــ تأثرت المنطقة التى تقع إلى الشرق من محور الفالق بالهبوط الرأسى بمقدار رمية الفالق أى بمقدار ١٠٠ متراً ، ولما كانت الطبقات الجيولوجية قد ظلت أفقية ومتوازية فإنها توقع على هذا الجانب من الخريطة بحيث تنخفض مناسيب أسطحها جميعاً بمقدار ١٠٠ متراً عن ما هو عليه فى الجانب الغربى من محور الصدع وبذلك يكون السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى على منسوب ٨٠٠ متراً بدلاً من منسوب ٩٠٠ متراً والسطح السفلى لها على منسوب ٧٠٠ متراً بدلاً من منسوب ٨٠٠ متراً وهكذا بالنسبة لأسطح بقية طبقات التتابع الصخرى .

٣ ـــ توقع مكاشف الطبقات على الجانب الشرقى طبقاً لمناسيبها الجديدة نتيجة لتأثرها بالفالق وذلك بنفس أسلوب توقيع الطبقات الجيولوجية الأفقية على الجانب الغربى من الفالق .

٤ ـــ يلاحظ أثر الفالق فى توزيع الطبقات الجيولوجية على جانبى محور الفالق الذى يوضح بخط يطابق نظيره فى الطبيعة ويرمز لإتجاه الرمية بالرمز المبين على الخريطة .

٥ ـــ تزود الخريطة بالعمود الجيولوجى الذى يشتمل على دليل للرموز الذى تدل على أنواع الصخور وكذلك الرمز الذى يدل على محور الفالق وإتجاه رميته . ( شكل رقم ٣٣ ) .




١ : ١٠٠٠٠

٤٠٠ ٣٠٠ ٢٠٠ ١٠٠ ٠ متراً

حجر جيرى

حجر رملى

طفل

مارل

محور الفالق واتجاه الرمية

( شكل رقم ٣٣ )

الخريطة الجيولوجية النهائية

ب ــ الخرائط الجيولوجية مائلة الطباقية :

تميل الطبقات الصخرية عن الوضع الأفقى بزاوية رأسية عندما تتأثر هذه الطبقات بالحركات التكتونية فتنثنى . وتعرف الزاوية بين الوضع الأفقى للطبقات وبين وضعها الجديد المائل بزاوية الميل ويحدد إتجاه الميل تبعاً لإتجاه جناح الطية أو الثنية .

ويلزم لتوقيع مكاشف الطبقات المائلة على خريطة الأساس الكنتورية رسم ما يعرف بخطوط المضرب . وينتج خط المضرب من تقاطع سطح أفقى وهمى مع سطح الطبقة ويتميز بأنه مستقيم وذلك لأن سطح الطبقة غالباً ما يكون سطحاً منتظماً ومستوياً . وخط المضرب عبارة عن خط منسوب لسطح الطبقة العلوى أو السفلى ، وتظهر خطوط المضارب على الخرائط على شكل مستقيمات متوازية تتباعد فيما بينها بأبعاد ثابتة إذا ما كانت الطبقات تميل ميلاً منتظماً وذات أسطح مستوية . ويقاس إتجاه خط المضرب وإتجاه الميل من الشمال المغناطيسى بإستخدام البوصلة .

- تكون خطوط المضارب عمودية على إتجاه الميل الحقيقى ، وبإعتبارها خطوط منسوب لأسطح الطباقية فإن مناسيب خطوط المضارب تتناقص فى إتجاه الميل وتتزايد فى عكس إتجاه الميل .
- تتحدد نقط ظاهر سطح الطبقة من تقاطع خط المضرب مع خط الكنتور المساوى له فى المنسوب ، وبتوصيل نقط الظاهر أو المكشف يتم توقيع سطح الطبقة على خريطة الأساس .
- تتغير مناسيب خط المضرب الواحد تبعاً لمنسوب سطح الطبقة الذى يتقاطع معها ، ومن ثم فإن خط المضرب الواحد يستخدم فى رسم جميع أسطح التتابع الصخرى للطبقات الجيولوجية التى تميل فى إتجاه واحد ميلاً منتظماً ، ويكون الفرق بين كل منسوب وآخر مساوياً لسمك الطبقة بمعنى أن منسوب خط المضرب المستخدم لتوقيع السطح العلوى لطبقة ما يزيد فى منسوبه بمقدار سمك هذه الطبقة عن منسوب نفس الخط عند توقيع السطح السفلى لنفس هذه الطبقة .

**مثال :**

على خريطة الأساس ( شكل رقم٥٨ ) يظهر السطح السفلى لطبقة من الحجر الجيرى عند النقطة أ التى تقع على منسوب ١٠٠٠ متراً وكانت زاوية ميل الطبقة عند نقطة أ مساوية ٥٤″ ٣٣′ ٢٦° ، وإتجاه الميل يوضحه الإتجاه المبين على الخريطة ، فإذا كان سمك الطبقة ١٠٠ متراً وكانت تميل ميلاً منتظماً والمطلوب توقيع ظاهر ــ مكشف طبقة الحجر الجيرى .

لتوقيع ظاهر طبقة الحجر الجيرى يلزم توقيع سطحها العلوى وكذلك سطحها السفلى ، وذلك من خلال توصيل نقط الظاهر لكل سطح والتى تنتج من تقاطع خطوط المضارب للسطح الواحد مع خطوط الكنتور المساوية لها فى المنسوب .

## أولاً : توقيع خطوط المضارب على خريطة الأساس :

١ ــ يظهر إتجاه ميل طبقة الحجر الجيرى عند نقطة الظاهر أ ، وعلى ذلك يمكن رسم أول خط من خطوط المضرب عمودياً على إتجاه الميل ، ومارا بالنقطة أ التى يظهر عندها ظاهر ــ مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى . وتكون قيمة ــ إرتفاع ــ منسوب خط المضرب مساوية لمنسوب نقطة الظاهر أ أى ١٠٠٠ متراً .

٢ ــ تتصف خطوط المضارب بأنها متوازية تتباعد عن بعضها البعض بأبعاد متساوية تعرف بالمسافة المضربية . ويتعين حساب المسافة المضربية حتى يتسنى رسم بقية خطوط المضارب .

ويتم ذلك على النحو التالى :

ــ يربط بين كل من زاوية ميل الطبقة وبين الفترة الكنتورية وبين المسافة المضربية العلاقة الرياضية البسيطه الآتية :

$$\text{ظل زاوية الميل ( م )} = \frac{\text{الفترة الكنتورية ( ك )}}{\text{المسافة المضربية ( ض )}}$$

$$\text{أى} \quad \text{ظا م} = \frac{\text{ك}}{\text{ض}}$$

حيث :

م = زاوية الميل بالدرجات .
ك = الفترة الكنتورية بالمتر .
ض = المسافة المضربية بالمتر .

وعلى ذلك يكون :

$$\text{ظا } ٢٦° \; ٣٣' \; ٥٤'' = \frac{١٠٠}{\text{ض}}$$

$$٠,٤٩٩٩ = \frac{١٠٠}{\text{ض}}$$

$$\therefore \text{ض} = \frac{١٠٠}{٠,٤٩٩٩} = ٢٠٠ \text{ متراً}$$

∴ المسافة المضربية = ٢٠٠ متراً .

ولما كانت خريطة الأساس مرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٠٠٠٠ فإن المسافة المضربية على الخريطة = $\frac{٢٠٠٠٠}{٢٠٠٠٠}$ = ١ سم .

— ترسم بقية خطوط المضارب متوازية وموازية لخط المضرب المرسوم عند النقطة أ عمودياً على إتجاه الميل ، وتتباعد عن بعضها البعض بأبعاد متساوية كل منها يساوى ١ سم .

وبذلك يكون قد تم رسم جميع خطوط المضارب لتغطى كل مساحة خريطة الأساس ( شكل رقم ٣٤ ) .

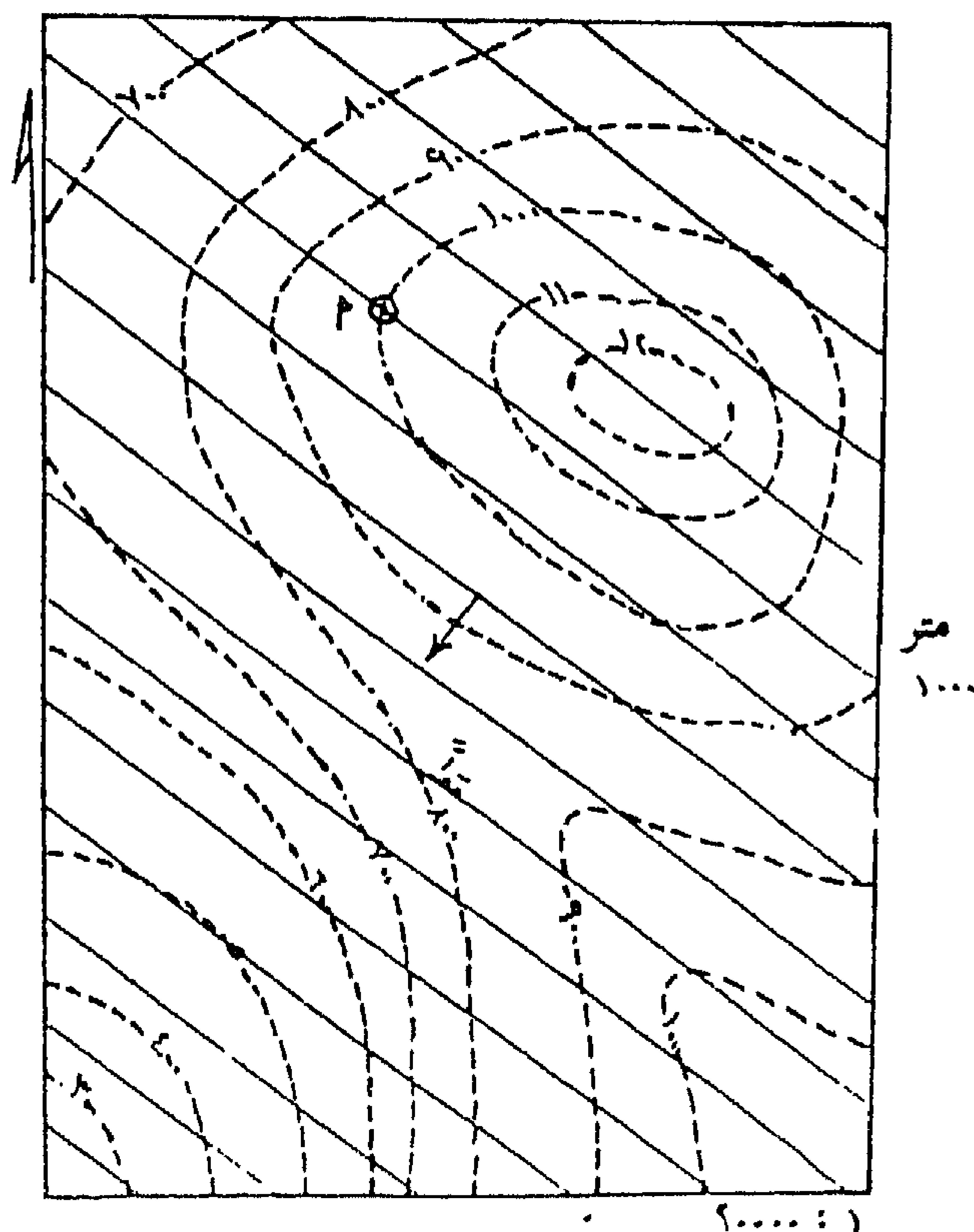
**ثانياً : توقيع ظاهر ( مكشف ) السطح السفلى للطبقة :**

١ — يتم تحديد مناسيب خطوط المضارب إبتداء من خط مضرب نقطة الظاهر أ ويكون منسوبه هو نفس منسوب نقطة أ أى ١٠٠٠ متراً . تتناقص قيم مناسيب خطوط المضارب فى إتجاه الميل ، وتتزايد مناسيبها فى عكس إتجاه الميل بمقدار الفترة المضربية ( تساوى الفترة الكنتورية على خريطة الأساس ) ومقدارها ١٠٠ متراً .

٢ ــ تخص خطوط المضارب بقيم مناسيبها هذه ظاهر السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى . ويتم تحديد النقط التى يقطع فيها كل خط مضرب خطاً من خطوط الكنتور مساوياً له فى المنسوب ، فتكون هذه النقط مكاشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى على الخريطة .

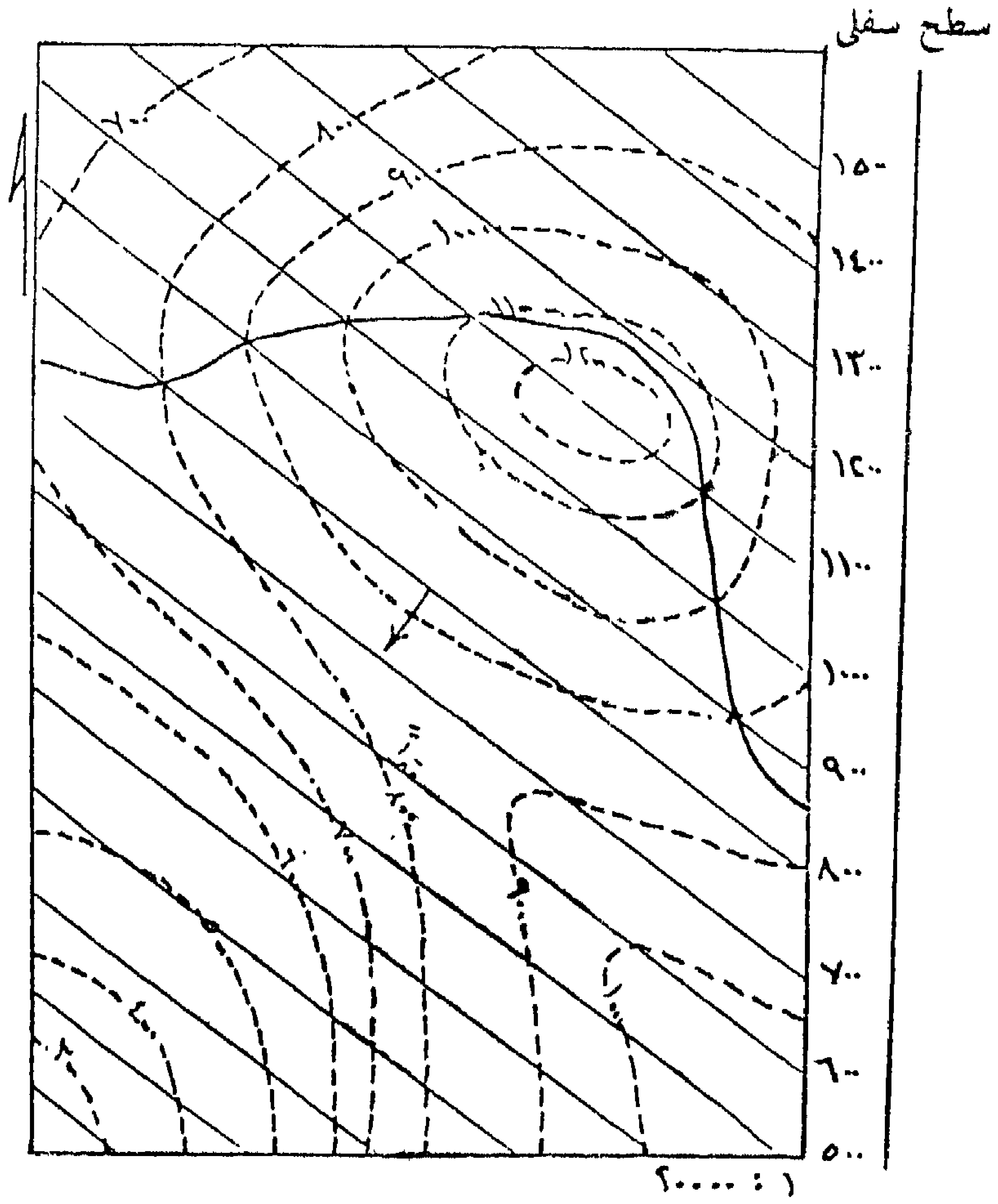
٣ ــ يتم توصيل نقط ظاهر السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى بخط منحنى بشرط أن لا يقطع خط الظاهر أى خط من خطوط المضارب أو من خطوط الكنتور .

وبذلك يتم توقيع ظاهر السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى ( شكل رقم ٣٥ ) .




( شكل رقم ٣٤ )

خطوط المضارب




( شكل رقم ٣٥ )

ظاهر السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى

ثالثاً : توقيع ظاهر السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى :

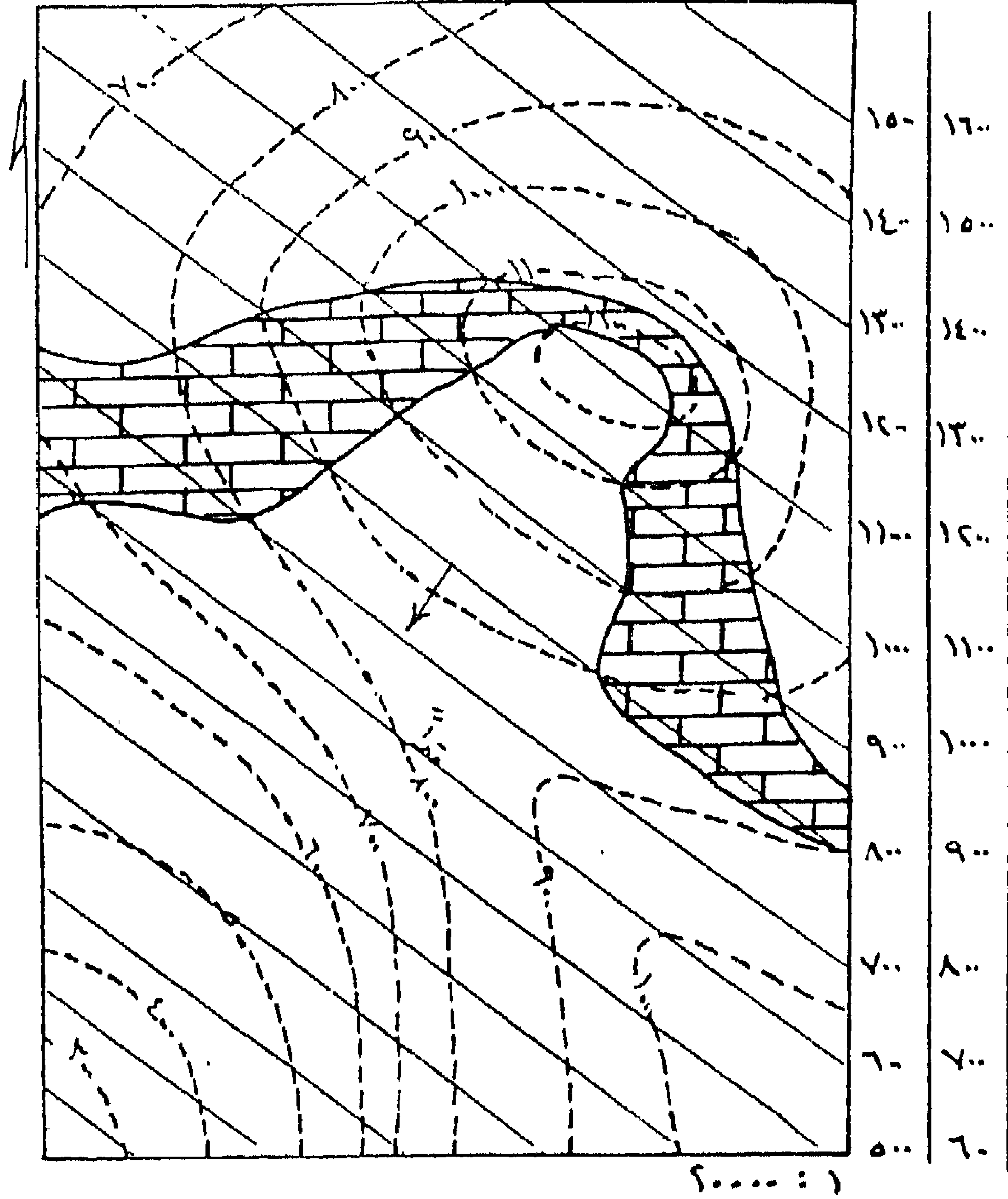
١ ـــ يتم إعادة تقييم مناسيب خطوط المضارب على الخريطة بزيادة قيم مناسيبها بمقدار يعادل سمك الطبقة أى بمقدار ١٠٠ متراً . تصبح خطوط المضارب بمناسيبها الجديدة خاصة بظاهر ( مكشف ) السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى .

٢ ـــ يتم تحديد نقط ظاهر السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى وتوقيع المكشف كاملاً بنفس أسلوب توقيع مكشف السطح السفلى للطبقة .

٣ ـــ بذلك يكون قد تم توقيع المكشف الكامل لطبقة الحجر الجيرى بسطحيها العلوى والسفلى . تلون أو تظلل المساحة المحصورة بين السطحين باللون أو الظل الجيولوجى الذى يدل على صخور الحجر الجيرى ( شكل رقم ٣٦ ) .

**رابعاً : الخريطة الجيولوجية النهائية :**

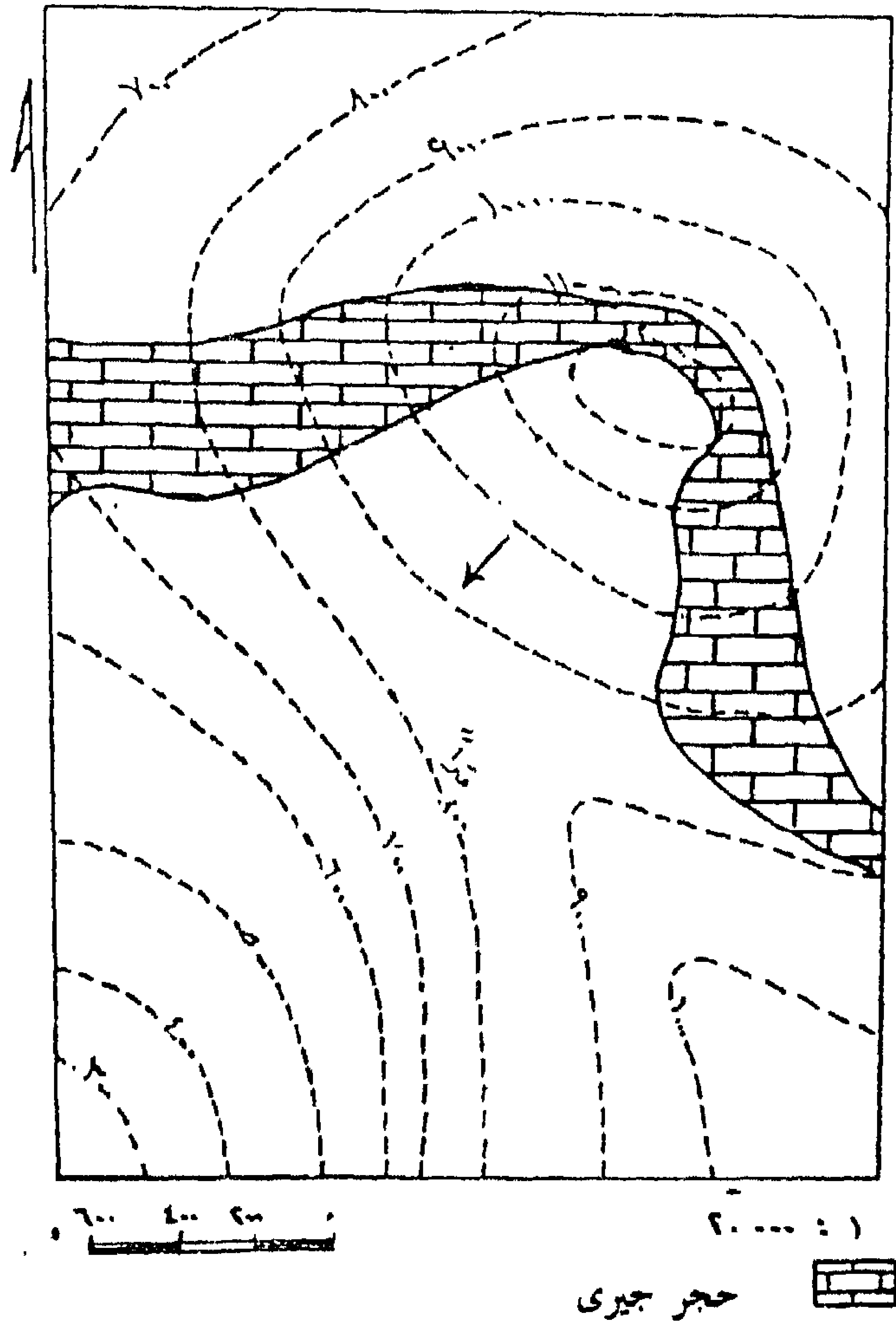
تعتبر طبقة الحجر الجيرى هى موضوع الخريطة الجيولوجية النهائية ، ومن ثم فإن وجود خطوط المضارب لا مبرر له فقد ساعدت فى توزيع الظاهرة موضوع الخريطة وعلى ذلك يتم إزالتها . يتبقى على الخريطة الجيولوجية النهائية طبقة الحجر الجيرى وإتجاه زاوية الميل ، وتزود الخريطة بكل من دليل الخريطة والمقياس الخطى والعنوان . ( شكل رقم ٣٧ ) .




( شكل رقم ٣٦ )

ظاهر السطحين العلوى والسفلى لطبقة الحجر الجيرى

المكشف الكامل لطبقة الحجر الجيرى




( شكل رقم ٣٧ )

طبقة الحجر الجيرى

( الخريطة الجيولوجية النهائية )

**مثال :**

يظهر السطح السفلى لطبقة من الحجر الجيرى سمكها ١٠٠ متراً عند النقطة أ المبينة على الخريطة . تميل هذه الطبقة عن الوضع الأفقى بزاوية ميل مقدارها ٥٤″ ٣٣′ ٢٦° وفى الإتجاه المبين على الخريطة . تبين من الأرصاد الجيولوجية الحقلية للمنطقة موضوع الخريطة أن المنطقة قد تأثرت بالفالق الرأسى ف ف المبين محوره على الخريطة ، وأن مقدار الرمية السفلى للفالق ١٠٠ متراً فى إتجاه الشرق ، وأن الطبقة منتظمة الميل على جانبى الفالق . والمطلوب توقيع ظاهر ( مكشف ) طبقة الحجر الجيرى على الخريطة .

يعنى تأثر المنطقة المبينة على الخريطة بفالق مع بقاء ميل الطبقة منتظماً على جانبى الفالق أن الطبقة توجد على جانبى محور الصدع على منسوبين مختلفين نتيجة للهبوط تحت تأثير الفالق . ويكون الفرق بين منسوبى الطبقة الواحدة على جانبى الفالق مساوياً مقدار الرمية ، ويكون جزء الطبقة الأقل منسوباً فى جهة رمية الفالق .

تبين من الأرصاد الجيولوجية الحقلية أن رمية الفالق العليا تقع فى جهة الغرب ، على حين تقع رميته السفلى فى جهة الشرق . يعنى ذلك أن الطبقات على الجانب الغربى للفالق تعلو بمقدار ١٠٠ متراً ( مقدار رمية الفالق ) عن نظائرها التى تقع على الجانب الشرقى للفالق موضع الرمية السفلى .

لتوقيع ظاهر ( مكشف ) طبقة الحجر الجيرى موضوع الخريطة الجيولوجية تتبع الخطوات الآتية :

١ ـــ يظهر ظاهر ( مكشف ) السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى عند النقطة أ التى تقع على خط كنتور ١٠٠٠ متراً وموضح عندها إتجاه ميل الطبقة ، ومن ثم يمكن رسم أول خط مضرب على خريطة الأساس عمودياً على إتجاه الميل يمر بنقطة أ ، وعلى طول إمتداد الخريطة بغض النظر عن كون المنطقة قد تأثرت بالتصدع .

٢ ـــ تميل الطبقة ميلاً منتظماً على جانبى الفالق بزاوية ميل مقدارها ٥٤″ ٣٣′ ٢٦° ، والفترة الكنتورية على الخريطة مقدارها ١٠٠ متراً ، ومن ثم يتم حساب المسافة المضربية من العلاقة الرياضية :

ظا م = $\frac{ك}{ض}$

ظا ٥٤″ ٣٣′ ٢٦° = $\frac{١٠٠}{ض}$

∴ ض = $\frac{١٠٠}{٠,٤٩٩٩}$ = ٢٠٠ متراً

ولما كان مقياس رسم الخريطة ١ : ٢٠٠٠٠ فإن المسافة المضربية ( ض ) تكون مساوية ١ سنتيمتر على الخريطة .

ترسم بقية خطوط المضارب على خريطة الأساس متوازية ، توازى أول خط مضرب تم توقيعه ، وتتباعد عن بعضها البعض بمسافات متساوية تساوى المسافة المضربية أى ١ سم .

٣ ــ يتم ترقيم خطوط المضارب لتوقيع ظاهر ( مكشف ) السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى على خريطة الأساس على النحو الآتى :

ــ يقسم محور الفالق ف ف الخريطة إلى قسمين ، القسم الشرقى موضع الرمية السفلى والقسم الغربى موضع الرمية العليا .

ــ يظهر ظاهر ( مكشف ) السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى عند النقطة أ التى تقع على الجانب الشرقى للخريطة موضع الرمية السفلى .

ــ يتم ترقيم خطوط المضارب على الجانب الشرقى إبتداء من خط المضرب الذى يمر بالنقطة أ ، ومنسوبه هو نفس منسوب النقطة أ أى ١٠٠٠ متراً .

ــ تتناقص مناسيب خطوط المضارب فى إتجاه ميل الطبقة ، وتتزايد فى عكس إتجاه الميل .

وبذلك يكون قد تم رسم خطوط المضارب لظاهر ( مكشف ) السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى ، وتحديد مناسيبها فيما يخص الجانب الشرقى من الفالق فقط .

ــ يعاد تسجيل مناسيب خطوط المضارب بزيادة قيمة مناسيبها بمقدار سمك طبقة الحجر الجيرى أى ١٠٠ مترا .

وبذلك يتم تحديد مناسيب خطوط المضارب لظاهر ( مكشف ) السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى على الجانب الشرق من الفالق موضع الرمية السفلى .

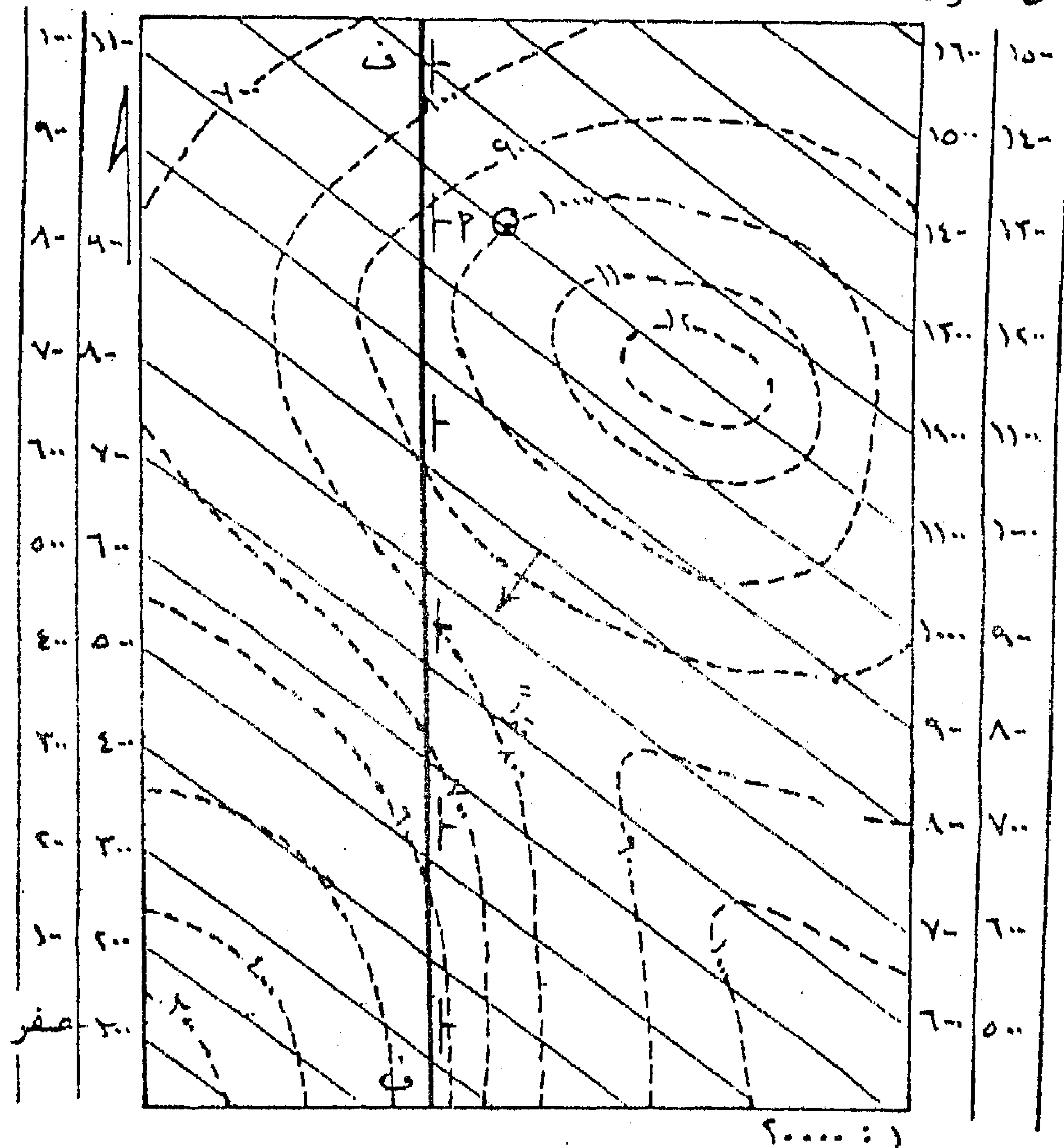
— يتم ترقيم مناسيب نفس خطوط المضارب على الجانب الغربى من الفالق موضع الرمية العليا ، بزيادة مناسيبها بنفس مقدار رمية الفالق ف ف أى ١٠٠ متراً . وعلى ذلك فإن خط المضرب الذى يمر بالنقطة أ على الجانب الشرق من الفالق والذى كان منسوبه ١٠٠٠ متراً لظاهر السطح السفلى ، فإنه يصبح على منسوب ١١٠٠ متراً لظاهر السطح السفلى على الجانب الغربى من الفالق .

— ترقم مناسيب بقية خطوط المضارب على الجانب الغربى من الفالق بنفس الأسلوب الذى أتبع على الجانب الشرق من الفالق . وبذلك يكون قد تم رسم وتحديد مناسيب خطوط المضارب للجانب الشرق موضع الرمية السفلى ، وللجانب الغربى موضع الرمية العليا . ( شكل رقم ٣٨ ) .

يتم تحديد نقط ظاهر / مكشف السطحين السفلى والعلوى لطبقة الحجر الجيرى فى الجانب الشرقى من الخريطة . وهى نقط تقاطع خطوط المضارب مع خطوط الكنتور المساوية لها فى المنسوب . بتوصيل هذه النقط يتم توقيع ظاهر / مكشف طبقة الحجر الجيرى فى موضعها إلى الشرق بين محور الفالق ف ف .

يتم تحديد نقط ظاهر / مكشف السطحين السفلى والعلوى لطبقة الحجر الجيرى باللون أو الرمز الإصطلاحى الخاص برواسب الحجر الجيرى ( شكل رقم أ ٣٩ ) .

يتم إنشاء الخريطة الجيولوجية النهائية بنقل ظاهر / مكشف طبقة الحجر الجيرى على خريطة أساس وبدون خطوط المضارب . تزود الخريطة بالدليل ومقياس الرسم الخطى والعنوان . ( شكل رقم ٤٠ ) .

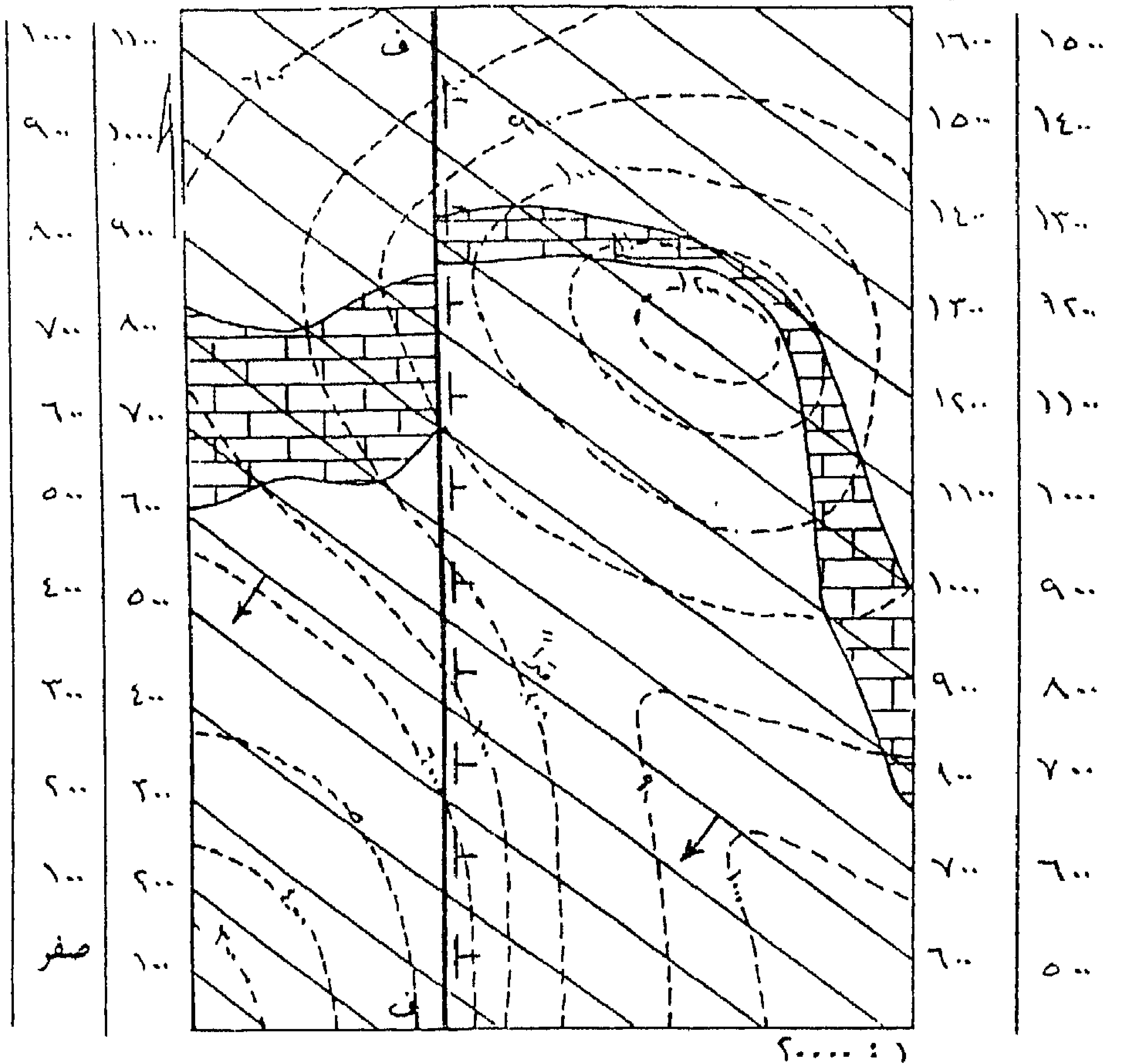



( شكل رقم ٣٨ )

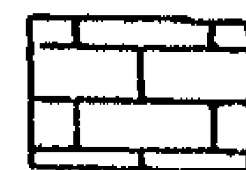
خطوط المضارب على جانبي الفالق ف ف

سطح علوى سطح سفلى

سطح علوى سطح سفلى

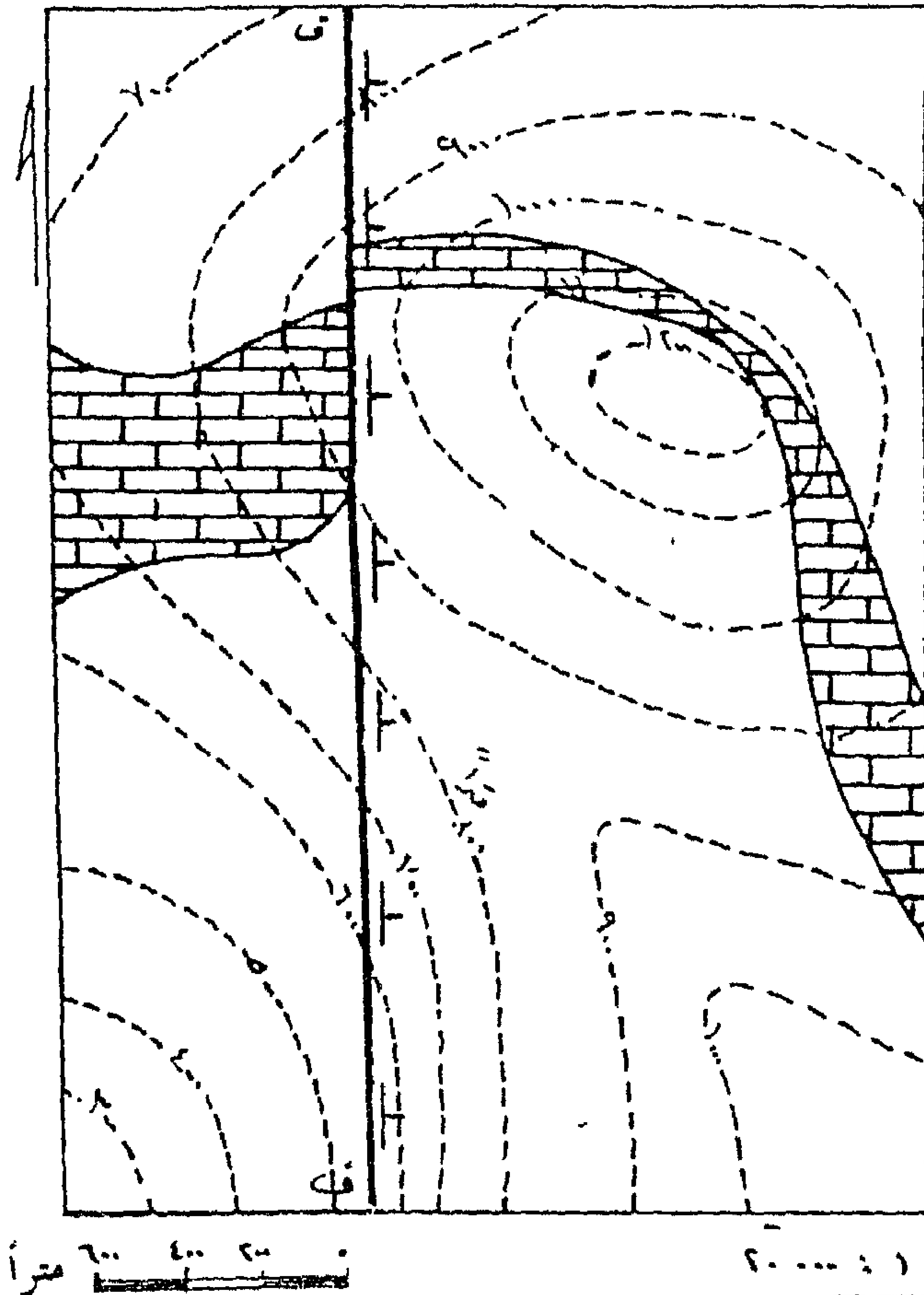


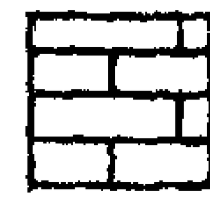

٠ ٢٠٠ ٤٠٠ ٦٠٠ مترا

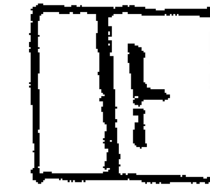

حجر جيرى

( شكل رقم ٣٩ )

مكشف طبقة الحجر الجيرى على جانبى الفالق ف ف





حجر جيرى


محور الفالق وإتجاه الرمية

( شكل رقم ٤٠ )

طبقة الحجر الجيرى

( الخريطة الجيولوجية النهائية )

**مثال :**

يظهر على خريطة الأساس محور طية محدبة ل ل ، ويظهر على جناح الطية الشرقي ظاهر السطح السفلي لطبقة من الحجر الجيري سمكها ١٠٠ مترا عند النقطة أ . تميل الطبقة ميلاً منتظماً بزاوية ميل مقدارها ٥٤″ ٣٣′ ٢٦° في الإتجاه المبين عند نقطة أ على الخريطة .

يظهر السطح السفلي لنفس طبقة الحجر الجيري على جناح الطية الغربي عند النقطة ب . تميل الطبقة ميلاً منتظماً بزاوية ميل مقدارها ٠٦″ ٢٦′ ١٨° في الإتجاه المبين عند النقطة ب على الخريطة .

والمطلوب توقيع ظاهر / مكشف طبقة الحجر الجيرى كاملاً على الخريطة .

يعنى ظهور محاور الطيات على الخرائط الجيولوجية أن الطبقات تميل على جانبى الطية بزاويتى ميل شبه متساويتان فى حالة الطيات المتماثلة ، وغير متساويتان فى حالة الطيات غير المتماثلة . ويكون اتجاه الميل فى جانب من جانبى الطية مخالفاً لإتجاه الميل على الجانب الثانى للطية . ويترتب على ذلك أن تنقسم الخريطة الواحدة إلى خريطتين منفصلتين تماماً فيما يتعلق بأسلوب توقيع ظاهر / مكشف الطبقات ، تختص كل خريطة منهما بجانب من جوانب الطية . ولتوقيع طبقة الحجر الجيرى موضوع الخريطة الجيولوجية على خريطة الأساس تتبع الخطوات الآتية :

**أولاً : الجانب الشرقى لمحور الطية :**

يمثل الجانب الشرقى لمحور الطية خريطة منفصلة قائمة بذاتها ، وتميل صخورها بزاوية ميل مقدارها ٥٤″ ٣٣′ ٢٦° وإتجاه الميل موضح على الخريطة عند ظاهر الطبقة عند النقطة أ . ويظهر عند نقطة أ ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى التى يبلغ سمكها ١٠٠ متراً . ولتوقيع ظاهر طبقة الحجر الجيرى يتم إتباع الخطوات الآتية :

- ترسم خطوط المضارب بأن يرسم أول خط مضرب على الجانب الشرقى من الخريطة ممتد عمودياً على إتجاه الميل المبين عند النقطة أ ، ويكون

منسوبه مساوياً لمنسوب نقطة ظاهر السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى أ ، أى مساوياً ١١٠٠ متراً .

- يتم حساب المسافة المضربية بين خطوط المضارب على الجانب الشرقى للخريطة بمعلومية زاوية الميل فى إتجاه جناح الطية الشرقى ومقدارها ٥٤″ ٣٣′ ٢٦° ، وكذلك الفترة الكنتورية ومقدارها ١٠٠ متراً .

$$\text{ظا م} = \frac{\text{ك}}{\text{ض}}$$

$$\text{ظا } ٥٤'' \; ٣٣' \; ٢٦^\circ = \frac{١٠٠}{\text{ض}}$$

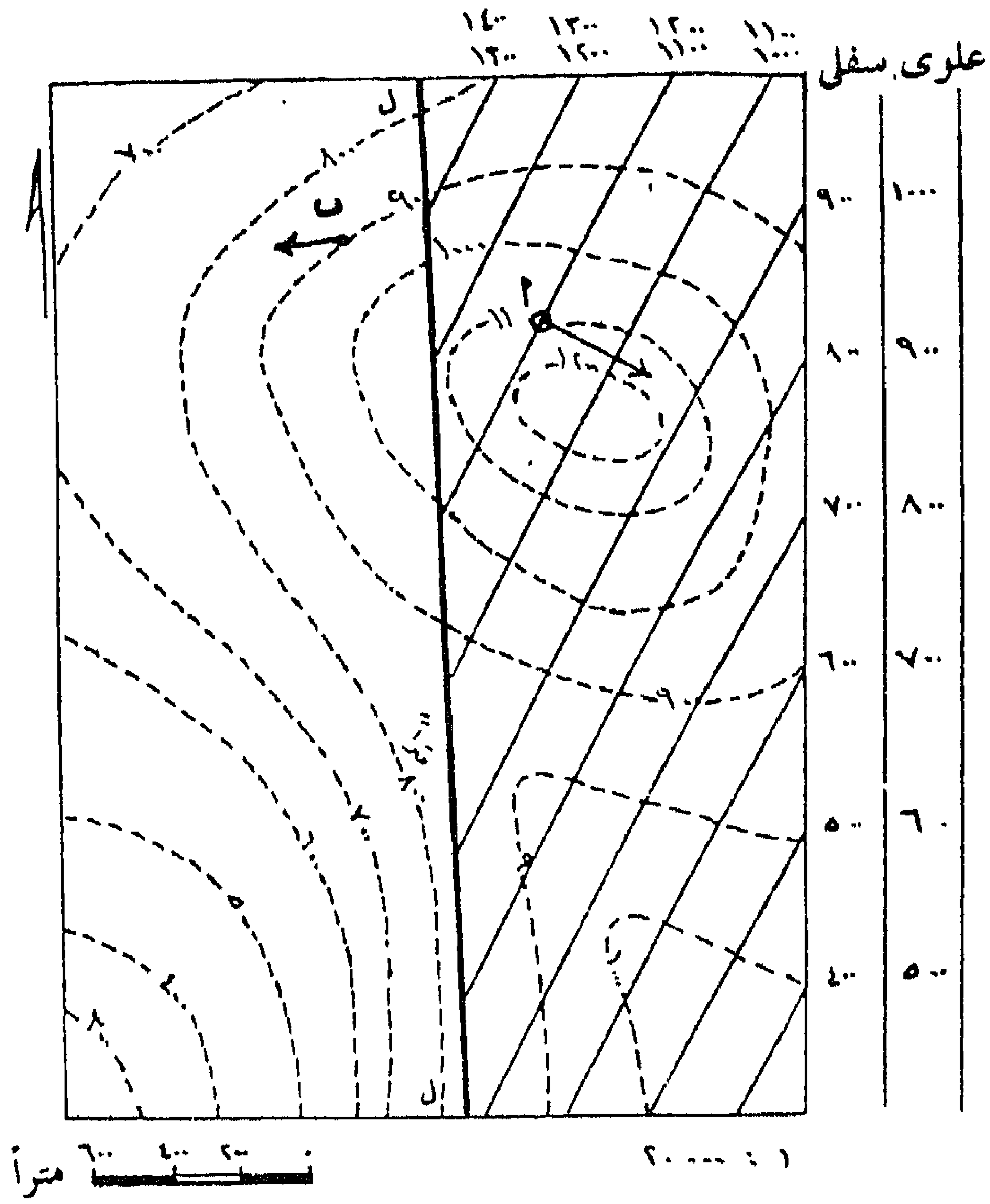
$$\therefore \text{ض} = \frac{١٠٠}{٠,٤٩٩٩} = ٢٠٠ \text{ متراً}$$

وبذلك تكون المسافة المضربية على الخريطة مساوية ١ سم وفقاً لمقياس رسم الخريطة ونسبته ١ : ٢٠٠٠٠ .

- ترسم بقية خطوط المضارب على الجانب الشرقى من الخريطة متوازية توازى أول خط مضرب تم توقيعه ، وتتباعد عن بعضها البعض بمسافات متساوية تساوى كل منها المسافة المضربية ١ سم .
- يتم ترقيم خطوط المضارب لتوقيع ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى على الجانب الشرقى لمحور الطية بداية من خط المضرب المعلوم منسوبه عند أ . تتناقص مناسيب خطوط المضارب مع إتجاه الميل ، وتتزايد فى مناسيبها فى عكس إتجاه الميل .
- تتم زيادة مناسيب خطوط المضارب بمقدار سمك طبقة الحجر الجيرى الذى يبلغ ١٠٠ متراً ، وذلك لتوقيع ظاهر / مكشف السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى على الجانب الشرقى من محور الطية . ( شكل رقم ٤١ ) .
- يتم تحديد نقط ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى عند نقط تقاطع خطوط المضارب بقيمها التى تخص السطح السفلى للطبقة مع خطوط الكنتور المتساوية معها فى المنسوب . وبتوصيل نقط الظاهر هذه يتم توقيع ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى بموضعها إلى الشرق من محور الطية المحدبة ل ل .

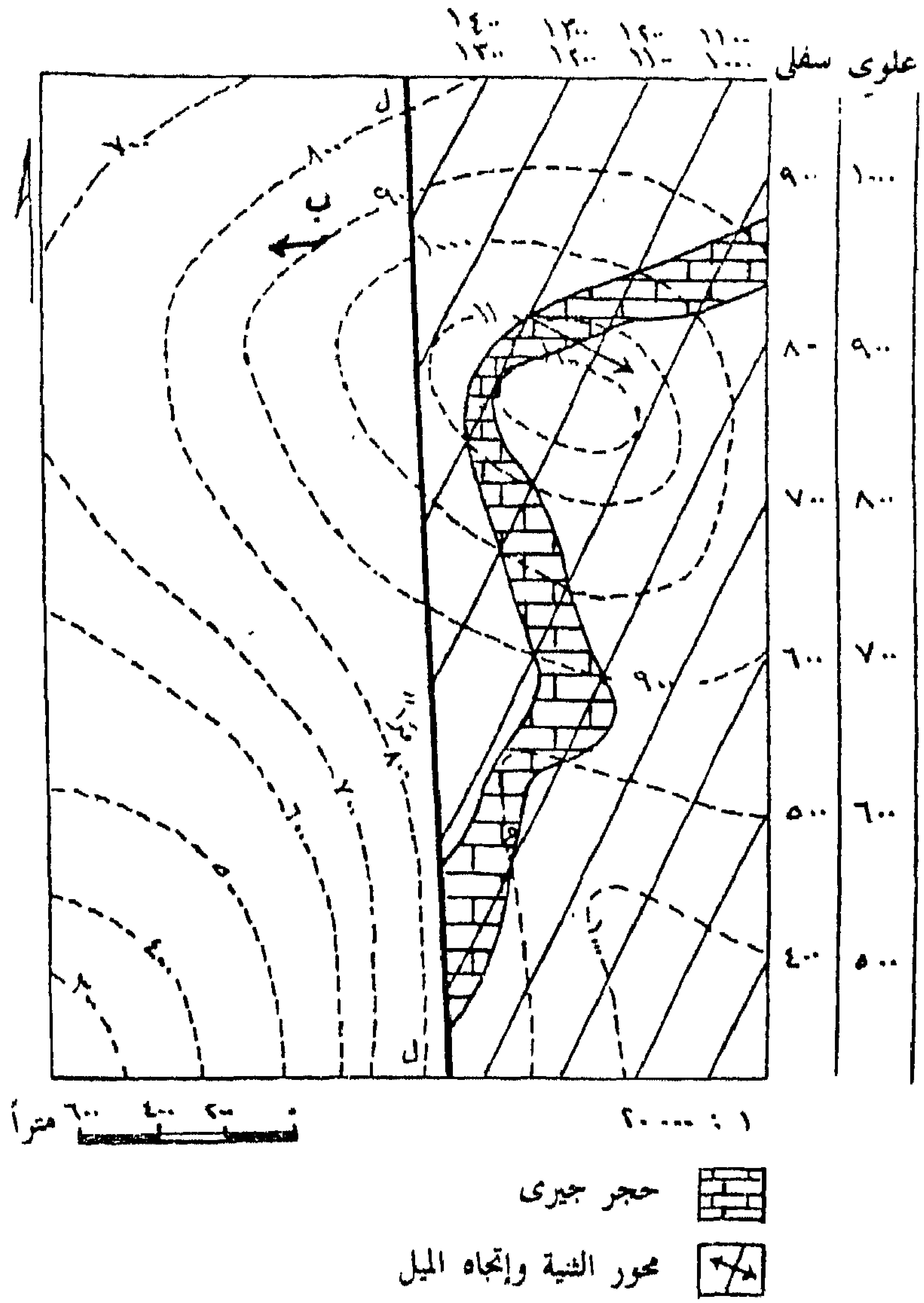
— يتم تحديد نقط ظاهر / مكشف السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى عند نقط تقاطع خطوط الكنتور المتساوية معها فى المنسوب . وبتوصيل هذه النقط يتم توقيع ظاهر / مكشف السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى بموضعها على جناح الطية فى الجانب الشرقى من الخريطة .

— تلون أو تظلل المساحة بين السطحين السفلى والعلوى للطبقة بالرمز الجيولوجى المصطلح عليه ليرمز إلى صخور الحجر الجيرى . وبذلك يكون قد تم توقيع الظاهر الكامل لطبقة الحجر الجيرى إلى الشرق من محور الصبة ل ل . ( شكل رقم ٤٢ ) .




( شكل رقم ٤٦ )

خطوط المضارب على الجانب الشرقى للثنية




( شكل رقم ٤٢ )
مكشف الطبقة على الجانب الشرقى للثنية

### ثانياً : الجانب الغربي لمحور الطية :

يمثل الجانب الغربي لمحور الطية ل ل خريطة منفصلة قائمة بذاتها ، وتميل صخورها بزاوية ميل مقدارها ٠٦″ ٢٦′ ١٨° وإتجاه الميل موضح على الخريطة عند ظاهر الطبقة عند النقطة ب . ويظهر عند نقطة ب ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى التى يبلغ سمكها ١٠٠ متراً . ولتوقيع ظاهر طبقة الحجر الجيرى يتم إتباع الخطوات الآتية :

- ترسم خطوط المضارب بأن يرسم أول خط مضرب على الجانب الغربي من الخريطة فقط عمودياً على إتجاه الميل المبين عند النقطة ب ، ويكون منسوبه مساوياً لمنسوب نقطة ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى ب ، أى مساوياً ٩٠٠ متراً .
- يتم حساب المسافة المضربية بين خطوط المضارب على الجانب الغربي للخريطة بمعلومية زاوية الميل فى إتجاه جناح الطية الغربي ، ومقدارها ٠٦″ ٢٦′ ١٨° ، وكذلك الفترة الكنتورية ومقدارها ١٠٠ متراً .

$$\text{ظا م} = \frac{\text{ك}}{\text{ض}}$$

$$\text{ظا } ٠٦'' \ ٢٦' \ ١٨° = \frac{١٠٠}{\text{ض}}$$

$$\therefore \text{ض} = \frac{١٠٠}{٠,٣٣٣٣} = ٣٠٠ \text{ متراً}$$

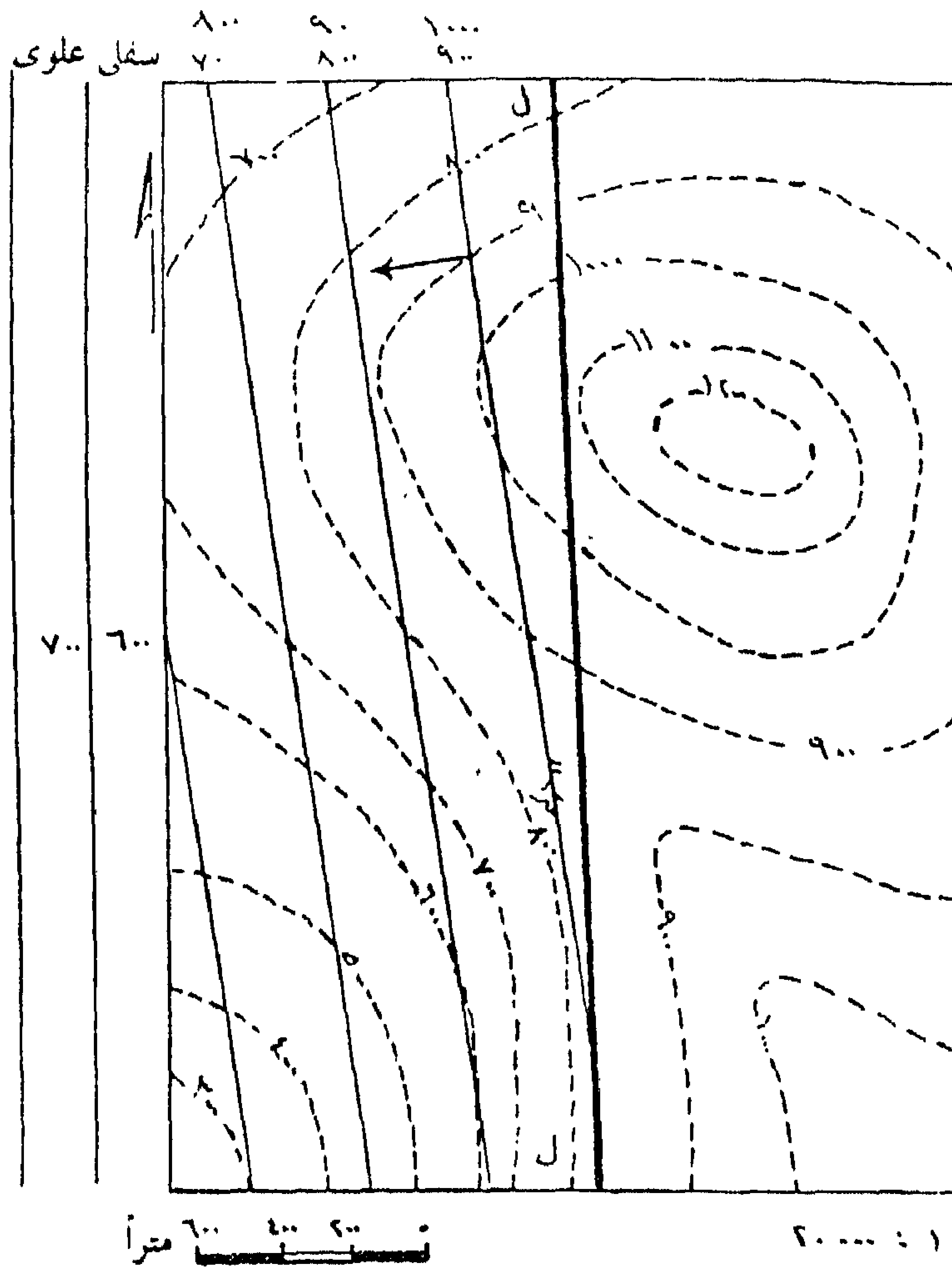
وبذلك تكون المسافة المضربية على الخريطة مساوية ١,٥ سم تبعاً لمقياس رسم الخريطة ونسبته ١ : ٢٠٠٠٠ .

- ترسم بقية خطوط المضارب على الجانب الغربي من الخريطة متوازية توازى أول خط مضرب تم توقيعه ، وتتباعد عن بعضها البعض بمسافات متساوية تساوى كل منها المسافة المضربية ١,٥ سم .
- يتم ترقيم خطوط المضارب لتوقيع ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى على الجانب الغربي من محور الطية بداية من خط المضرب المعلوم منسوبه عند ب . تتناقص مناسيب خطوط المضارب مع إتجاه الميل ، وتتزايد فى مناسيبها فى عكس إتجاه الميل .

- تتم زيادة مناسيب خطوط المضارب بمقدار يعادل سمك طبقة الحجر الجيرى الذى يبلغ ١٠٠ متراً ، وذلك لتوقيع ظاهر / مكشف السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى على الجانب الغربى من محور الطية ل ل . ( شكل رقم ٤٣) . ٤٣
- يتم تحديد نقط ظاهر / مكشف السطحين السفلى والعلوى لطبقة الحجر الجيرى بنفس الأسلوب الذى إتبع فى توقيعهما على الجانب الشرقى من الخريطة إلى الغرب من محور الطية المحدبة ل ل .
- تلون أو تظلل المساحة المحصورة بين السطحين السفلى والعلوى للطبقة بالرمز الجيولوجى الإصطلاحى الخاص بصخور الحجر الجيرى . بذلك يكون قد تم توقيع الظاهر الكامل لطبقة الحجر الجيرى إلى الغرب من محور الطية ل ل . ( شكل رقم ٤٤ ) .

**ثالثاً : الخريطة الجيولوجية النهائية :**

- يوضح الشكل رقم ٤٥ خطوط المضارب على جانبى محور الطية ل ل ، وهو ما يجب أن يتبع عند إنشاء مثل هذه الخرائط .
- يوضح الشكل رقم ٤٦ ظاهر / مكشف طبقة الحجر الجيرى مكتملاً على جانبى محور الطية ل ل .
- ينقل مكشف الطبقة على خريطة أساس دون بيان خطوط المضارب وتزود الخريطة الجيولوجية الناتجة بدليل وبمقياس خطى وكذلك العنوان . ( شكل رقم ٤٧) .




حجر جيرى

محور الثنية وإتجاه الميل

( شكل رقم ٤٣ )

خطوط المضارب على الجانب الغربى للثنية

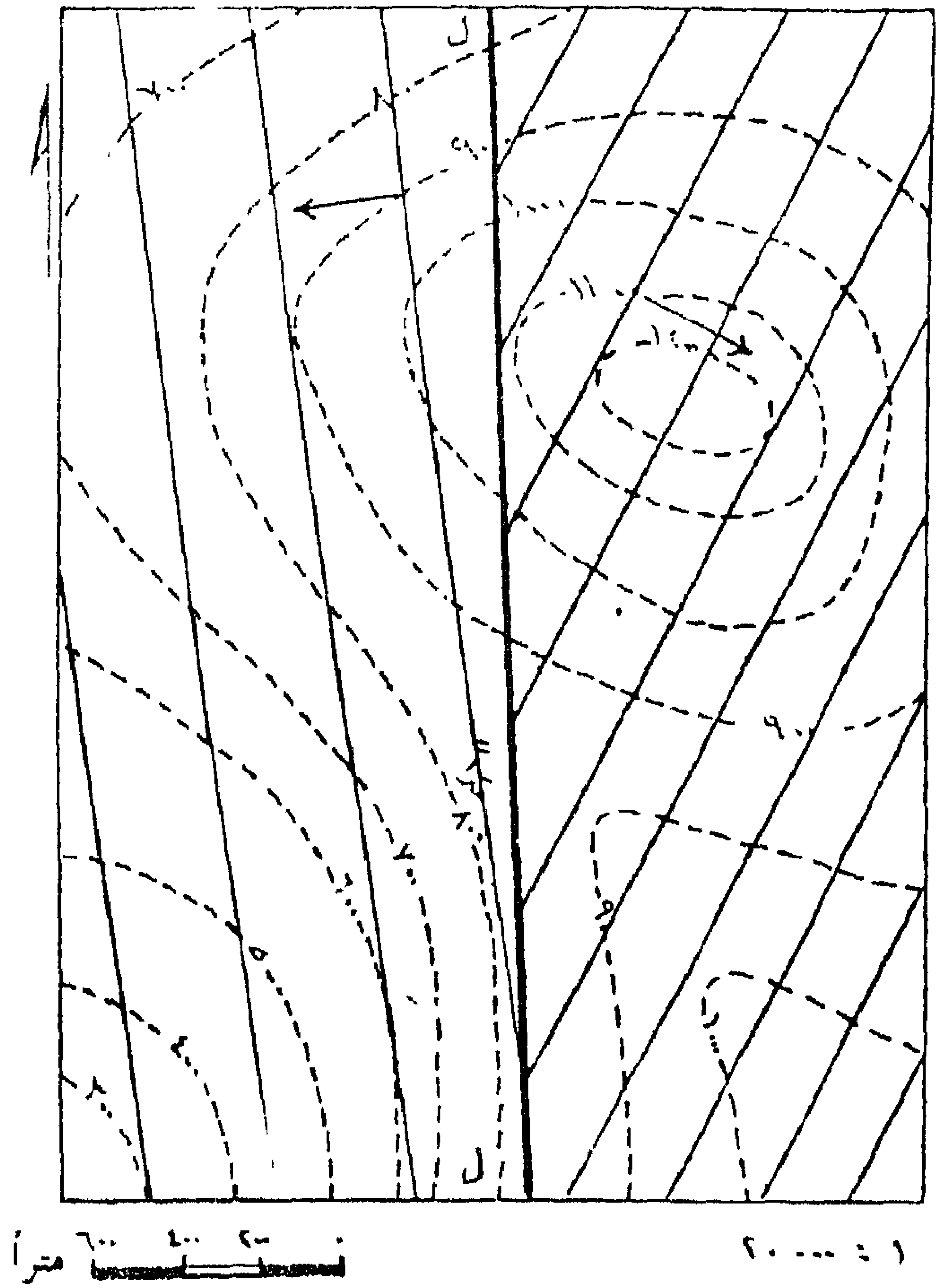
سفلى علوى

١ : ٢٠٠٠٠

حجر جيرى

محور الثنية وإتجاه الميل

( شكل رقم ٤٤ )



١ : ٢٠٠٠٠

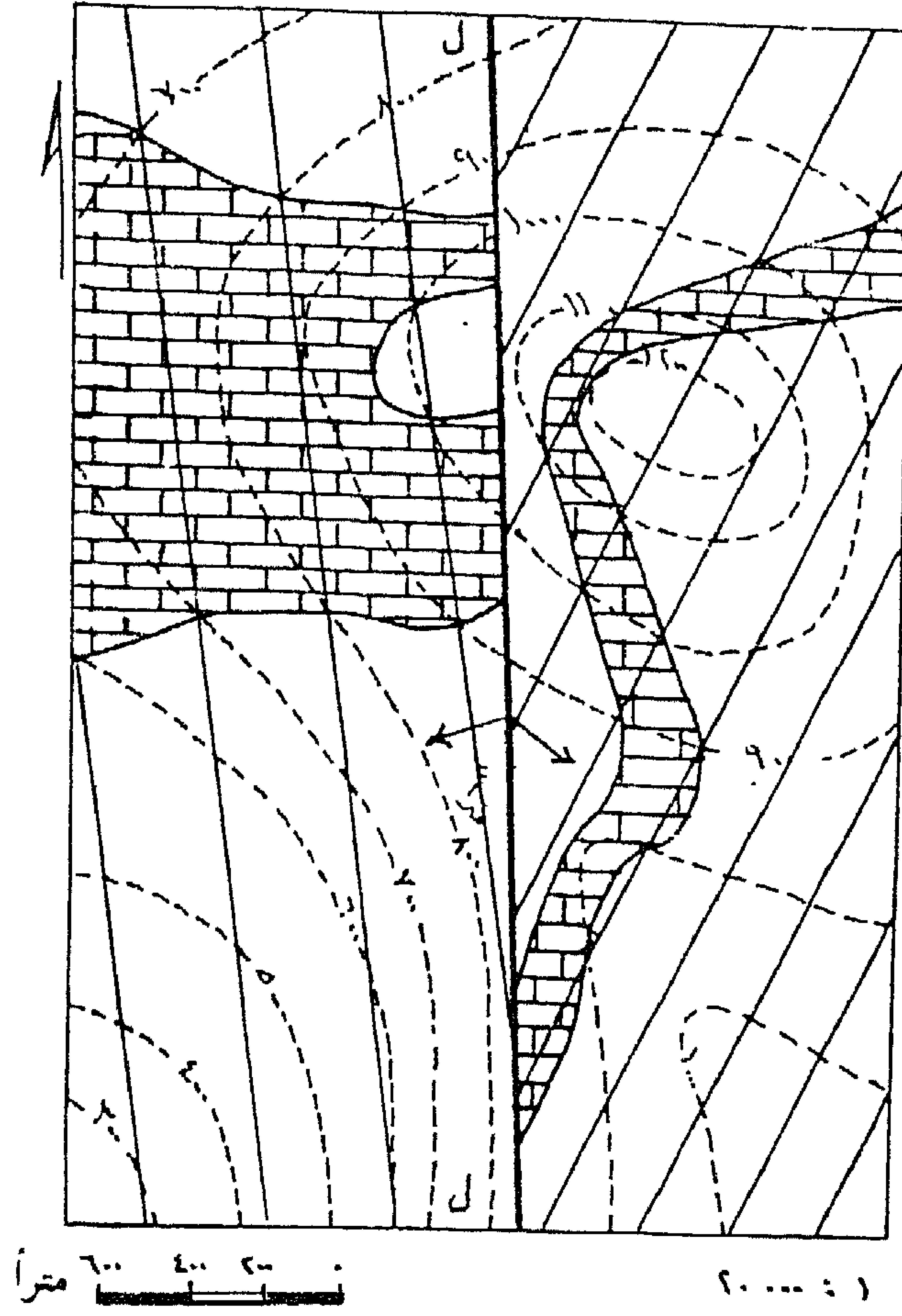
٠ ٢٠٠ ٤٠٠ ٦٠٠ متراً

حجر جيرى

محور الثنية وإتجاه الميل

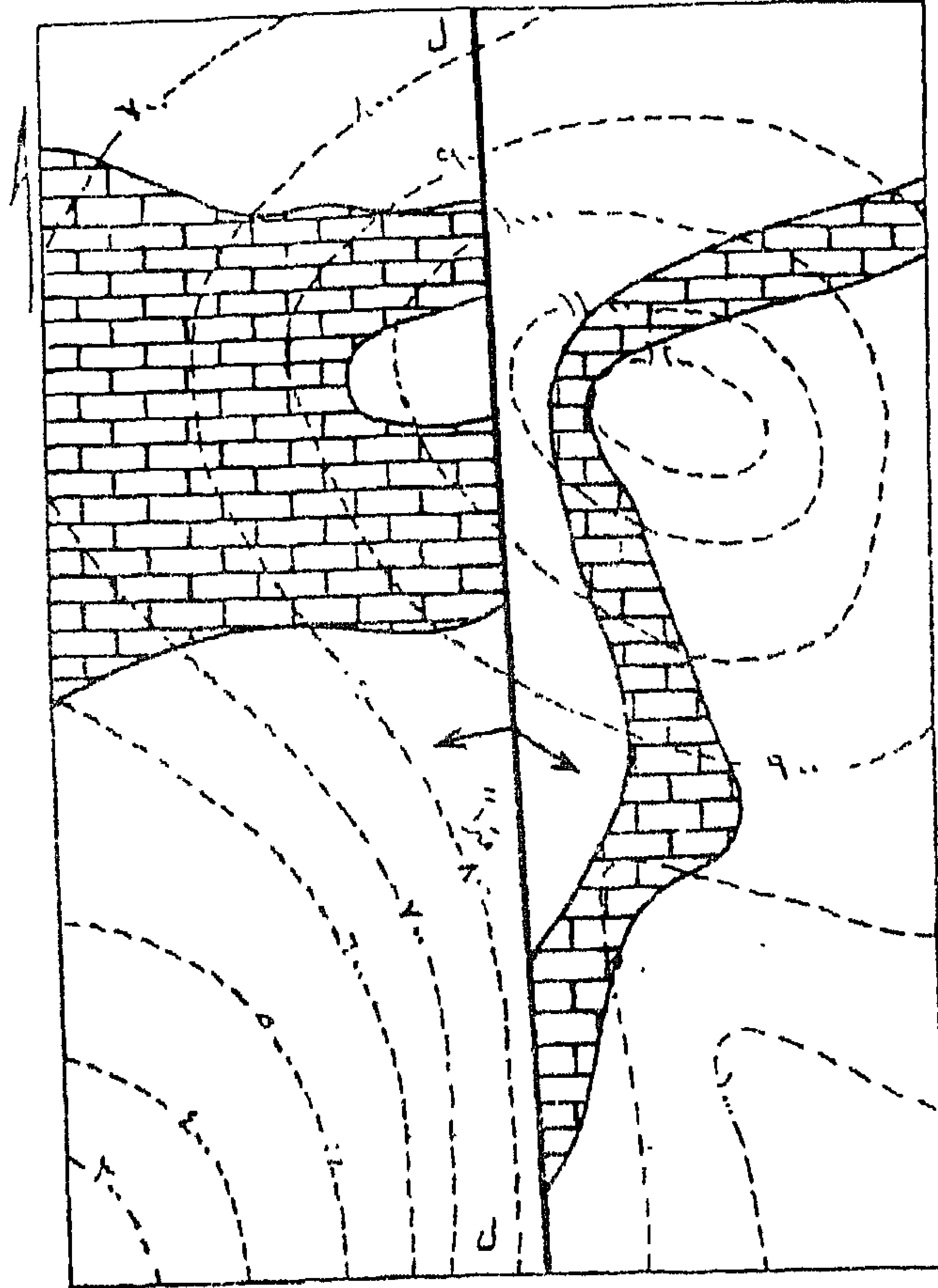
(شكل رقم ٤٥)

خطوط المضرب على جانبى الثنية




( شكل رقم ٤٦ )

ظاهر طبقة الحجر الجيرى مع خطوط المضارب



١ : ٢٠٠٠٠

٦٠٠ ٤٠٠ ٢٠٠ ٠ متراً

حجر جيرى

محور الثنية وإتجاه الميل

( شكل رقم ٤٧ )

طبقة الحجر الجيرى

( الخريطة الجيولوجية النهائية )

# الفصل الرابع

أولاً : خرائط التضاريس

ثانياً : الخرائط الطبوغرافية

## أولاً : خرائط التضاريس

تمثل خرائط التضاريس أساساً للدراسات الجغرافية الخاصة بسطح الأرض ، فهي توضح أشكال سطح الأرض الموجبة منها والسالبة ، التي هي نتاج التفاعل بين الأغلفة المختلفة التي تغلف أرضنا التي نعيش عليها . وتوضح خرائط التضاريس مدى التباين في مناسيب سطح الأرض فيما بينها منسوبة إلى مستوى المقارنة الذي إتفق عليه وهو متوسط منسوب سطح البحر ، فتظهر الإرتفاعات والإنخفاضات ، وما لذلك من أثر على الظروف الجغرافية الأخرى ، ومن أهمية في تحديد نمط إستخدام الأرض المناسب الذي يتأثر بدرجة الإنحدار وشكله اللذان يتحكمان في الجريان السطحي ، وطبيعة العمران ، وحركة النقل . ومن ثم كان إهتمام الجغرافي ببيان البعد الثالث إدراكاً منه لأهميته ، وتوزيع أشكال سطح الأرض على خرائط تعتبر أساساً لكل الدراسات الجغرافية الطبيعية والبشرية .

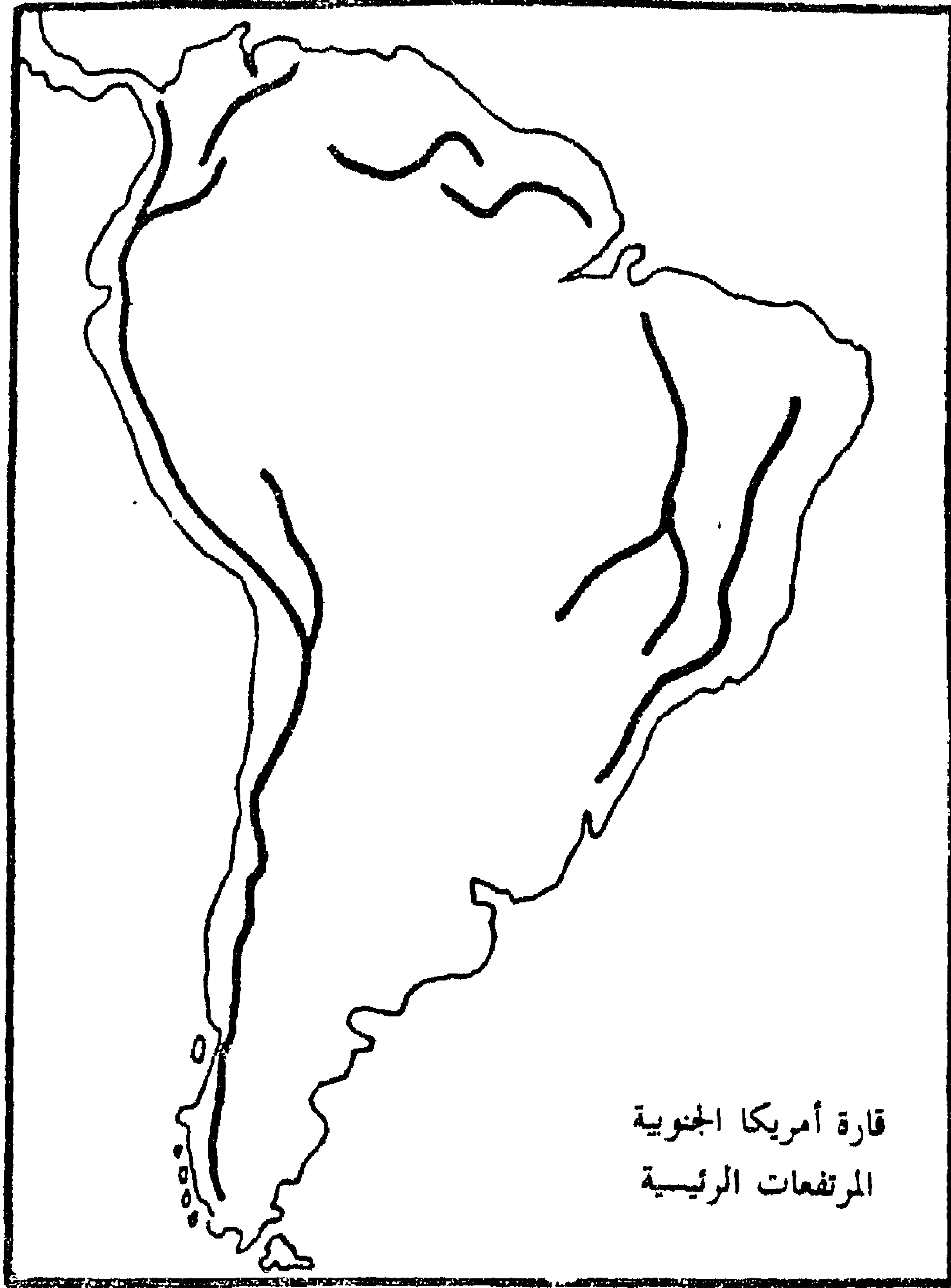
وقد مرت الخريطة التضاريسية بمراحل مختلفة حتى وصلت إلى شكلها الحالي المعروف بحيث توضح التفاصيل ، إلى جانب البعد الثالث أساس خريطة التضاريس .

### مراحل تمثيل البعد الثالث على الخرائط :

### ١ ـــ طريقة الخطوط السميكة :

تمثل طريقة تمثيل البعد الثالث على الخرائط بالخطوط السمكية المرحلة الاولى لبيان التضاريس .

وقد كانت تستخدم هذه الطريقة لتحديد مواقع وإتجاهات المرتفعات ، دون أن توضح طبيعة هذا الإرتفاع أو مناسيب أجزائه أو درجة إنحداره ، ومن ثم فإنها كانت تصور التضاريس بصورة تقريبية . ( شكل رقم ٤٨ ) .




( شكل رقم ٤٨ )

جبال قارة أمريكا الجنوبية

( الخطوط السميكة )

ـ طريقة المنظور الجانبى :

ـ طريقة المنظور الجانبى فى تمثيل المرتفعات طريقة الخطوط السميكة
يقة تقريبية أيضاً ، تستخدم لتوزيع أشكال سطح الأرض على الخرائط
مواقع التوزيع ، وإتجاه الظواهر التضاريسية ، مع إهمال عنصرى
وكذلك درجة الإنحدار . ولكنها تتميز عن الطريقة السابقة فى أنها
ورة تقريبية عن نمط الإنحدار كما يراه الجغرافى ، بحيث يختلف ظل
شديدة الإنحدار عن الجوانب هينة الإنحدار ، على حين تترك
، التى تشغلها الهضاب أو الأراضى السهلية بيضاء دون تظليل .

ريقة نقط المناسيب :

على تطور مناهج الدراسات الجغرافية والتحول من الوصف إلى
التعليل ، وتطور أجهزة الرفع المساحى والتوصل إلى تحديد إرتفاعات
مستوى مقارنة اتفق على أن يكون مساوياً صفراً ، وهو متوسط
سطح البحر تقاس منه جميع المناسيب إرتفاعاً أو إنخفاضاً . أمكن
تحديد مناسيب عدد كبير من النقط على سطح الأرض ، وقعت هذه
سيبها على خرائط على شكل رموز موضع نقطية ، وسجل بجوار
منسوبها .

أن مثل هذه الخرائط لا تعطى صورة دقيقة أو كاملة عن تضاريس
رافى ، إلا أنها تعد نقطة البداية للوصول إلى خرائط التضاريس
لحالية وعلى أساس علمى سليم .

طريقة خطوط الهاشور :

خطوط الهاشور نوعاً من أنواع التظليل بهدف توضيح مدى تضرس
هى عبارة عن خطوط قصيرة ترسم فى إتجاه الإنحدار تزداد فى
صر الطول مع زيادة شدة الإنحدار ، ويقل سمكها ويزداد طولها مع
ار ولا توجد حيث الأرض المستوية .

ليمان » أول من إستخدم أسلوب خطوط الهاشور فى نهاية القرن
على إفتراض سقوط الضوء على التضاريس من أعلى ، وبذلك تظهر

الأراضى مستوية السطح مرتفعة كانت أم منخفضة بيضاء خالية من الظلال ، على حين يظهر الظل على الأراضى المنحدرة وتتزايد درجته بزيادة درجة الإنحدار وشدته .

وقد إتبع « ليمان » أسلوباً خاصاً فى توقيع التضاريس بإستخدام طريقة الهاشور ، فقد إستخدم عدداً واحداً من الخطوط فى البوصة المربعة الواحدة يزداد سمكها مع ثبات عددها بزيادة شدة الإنحدار .

وقسم ليمان خريطته إلى بوصات مربعة ، وبدأ فى تهشيرها بحيث تتناسب المسافة بين خطوط الهاشور تناسباً عكسياً مع شدة الإنحدار ، على أن تلون المناطق التى تزيد فيها درجة الإنحدار عن ٤٥ درجة باللون الأسود تماماً والمناطق المستوية باللون الأبيض .

— على حين يشغل سمك خط الهاشور ثلثى المسافة المخصصة لكل خط إذا ما كانت درجة الإنحدار ٣٠° ، إذ تصبح النسبة بين درجة الإنحدار وبين المسافة بين خطوط الهاشور ٣٠ : ١٥ .

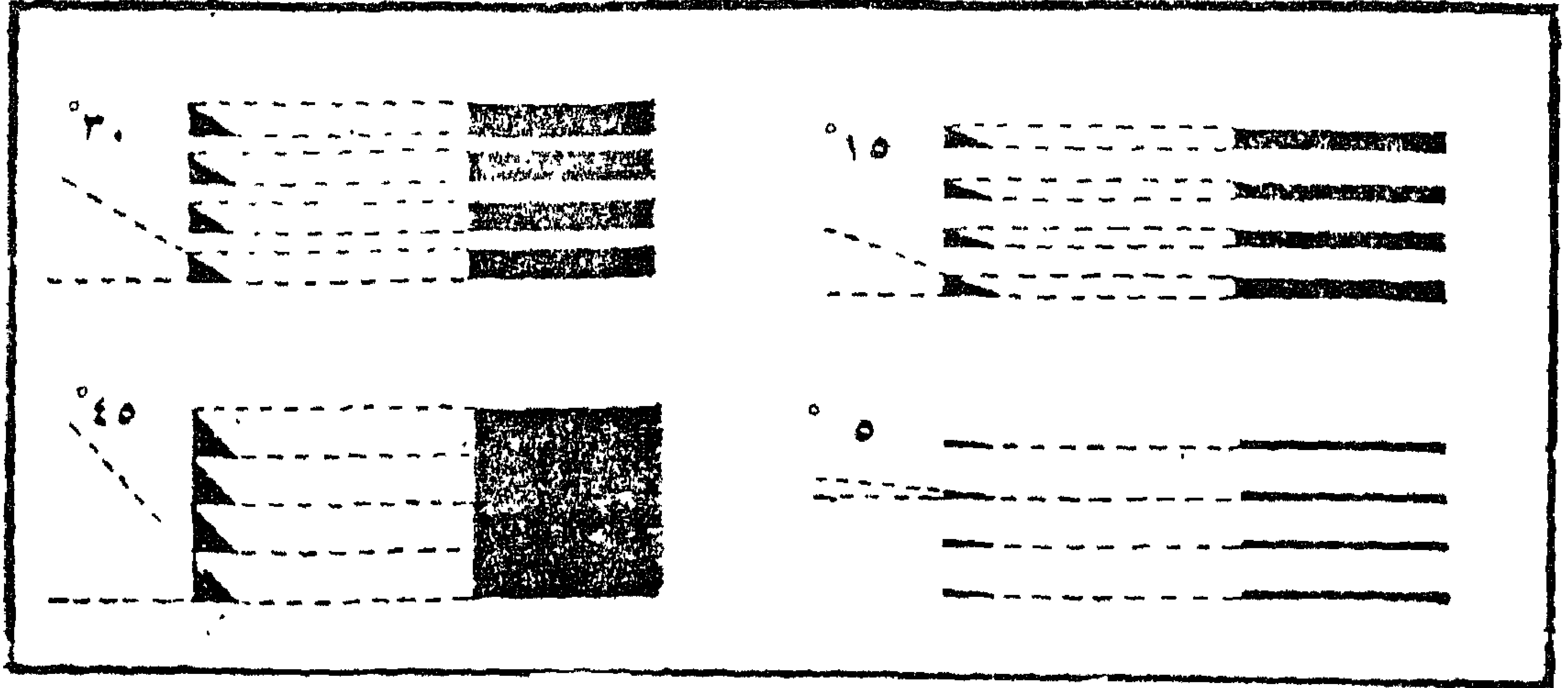
— ويشغل سمك خط الهاشور ثلث المسافة المخصصة لكل خط إذا ما كانت درجة الإنحدار ١٥ درجة ، إذ تصبح النسبة بين درجة الإنحدار وبين المسافة بين خطوط الهاشور ١٥ : ٣٠ .

— ويشغل سمك خط الهاشور ثمن المسافة المخصصة لكل خط إذا ما كانت درجة الإنحدار ٥ درجات ، إذ تصبح النسبة بين درجة الإنحدار وبين المسافة بين خطوط الهاشور ٥ : ٤٠ .

وقد أقتصر إستخدام هذه الطريقة فى الخرائط العامة صغيرة المقاييس لتوضيح تضاريس سطح الأرض بصورة تقريبية ، إذ أنها تعمل على تجسيم التضاريس مع إمكانية قياس درجة الإنحدار بصورة تقريبية .

ورغم أن هذه الطريقة لم تعد تستخدم بعد التوصل إلى طريقة خط التساوى ، إلا أنها ما زالت ضرورية لإبراز التضاريس فى حالة التضاريس المعقدة شديدة الإنحدار حيث لا يسمح مقياس رسم الخريطة برسم خطوط الكنتور واضحة غير ملتصقة . أو لبيان التضاريس فى المناطق التى لم يتم رفعها

مساحياً رفعاً دقيقاً يمكن من إنشاء الخرائط الكنتورية لهذه المناطق . ( شكل رقم ٤٩ ) .




**( شكل رقم ٤٩ )**

**فكرة « ليمان » فى تهشير الخرائط**

## ٤ ـــ طريقة خطوط الكنتور :

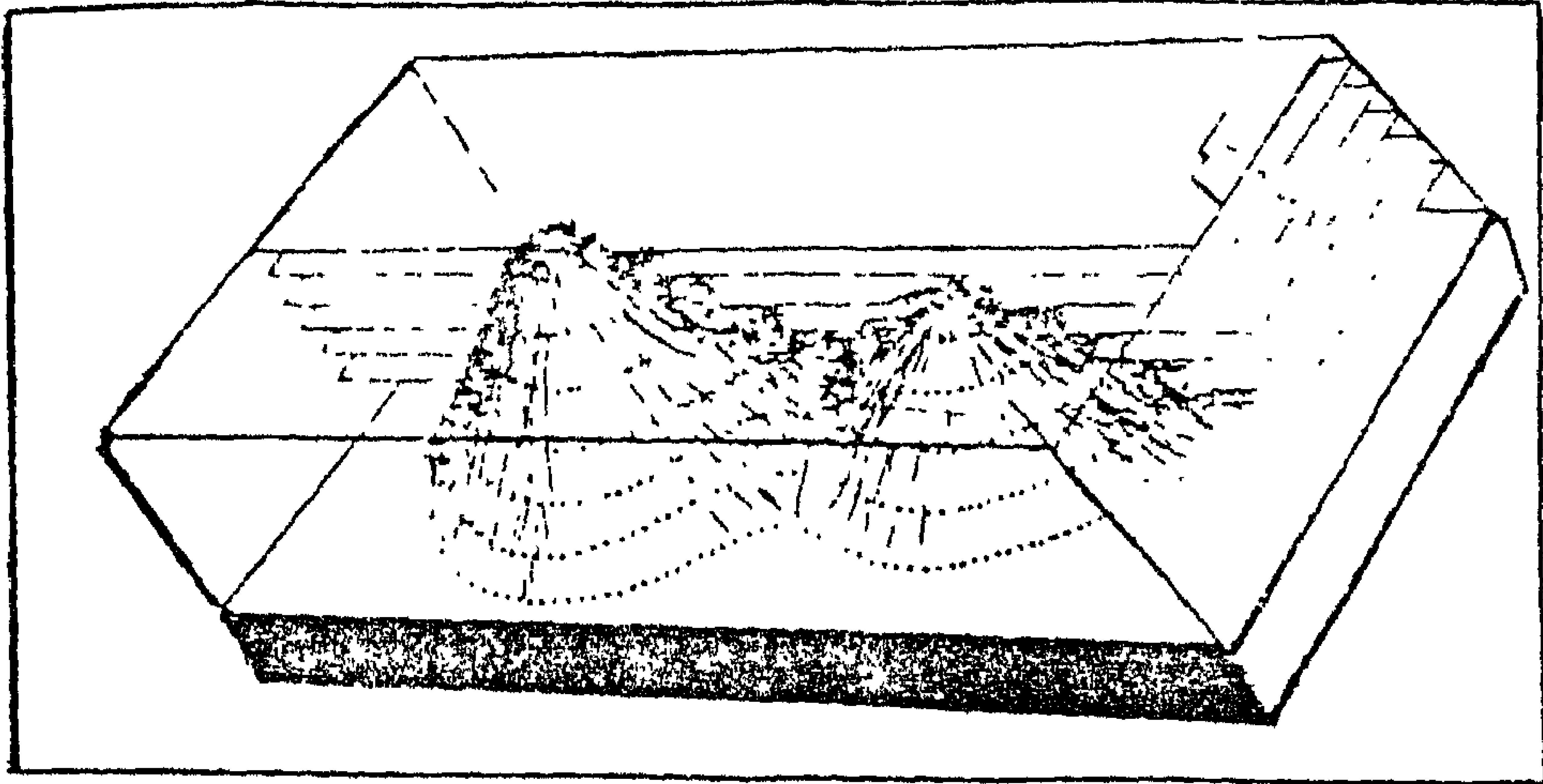
تعد خطوط الكنتور من أنسب الطرق المستخدمة لتمثيل التضاريس على الخرائط منذ بدء إستخدامها لأول مرة فى عام ١٧٩١ .

وخط الكنتور هو رمز خطى كمى متساوى القيمة يمر ويربط بين نقط على منسوب واحد .

ولتقريب فكرة خطوط الكنتور نلاحظ الشكل الآتى الذى يوضح مجسماً لتلين من الصلصال ، ويوضع المجسم داخل حوض به ماء لمستوى ١٠ سم فإن الخط الذى يمثله تقاطع مستوى سطح الماء مع جوانب التلان يمر بالنقط التى على منسوب ١٠ سم إرتفاعاً من قاعدة الحوض هو خط كنتور ١٠ سنتيمترات .

وبزيادة كمية الماء حتى منسوب ٢٠ سم فإن خط تقاطع مستوى الماء مع

جوانب التلين هو خط كنتور ٢٠ سم وهكذا بالنسبة لبقية الخطوط . ( شكل رقم ٥٠ ) .



( شكل رقم ٥٠ )

**فكرة خطوط الكنتور**

**ـــ اسلوب إنشاء الخطوط الكنتورية :**

ترسم خطوط الكنتور على أساس نقط المناسيب ، وتتوقف دقة خطوط الكنتور على مدى كفاية نقط المناسيب لرسم خطوط كنتورية تمثل المظهر التضاريسى للأرض بصورة صادقة ومعبرة ودقيقة .

ويسبق رسم خطوط الكنتور تحديد الفترة الكنتورية أو الفاصل الرأسى بين كل خط كنتور وآخر ، وهو البعد الرأسى بين خطوط الكنتور أو فرق المنسوب أو فرق الإرتفاع .

ويتوقف إختيار هذا الفارق الرأسى على طبيعة تضرس الحيز الجغرافى ، وعلى مقياس رسم الخريطة ، حتى لا تظهر الخريطة مزدحمة بالخطوط الكنتورية أو تظهر خالية منها . ولذلك فإنه من المهم أن يدقق الجغرافى فى إختيار الفاصل الرأسى قبل إنشاء الخريطة الكنتورية ، وأن يضع فى إعتباره المدى بين أعلى منسوب وأدنى منسوب حتى يحدد عدد الخطوط الكنتورية التى سيوزعها على

الخريطة . وكذلك الغرض الذى من أجله أنشئت الخريطة ، بالإضـ إلى مدى تعقد أو بساطة المظهر التضاريسى .

ومن المتفق عليه أن يكون إختيار الفترة الكنتورية بحيث يكون عدد الخطوط متناسباً مع بيان درجة التضرس ، ودون أن تزدحم الخريطة بالخطوط وأن يكون الفاصل الرأسى موحداً فى كل أجزاء الخريطة ، وإن كان من الممكن على الخرائط صغيرة المقياس أن يستخدم أكثر من فاصل رأسى على خريطة واحدة بحيث يتناسب هذا الفاصل طردياً مع إرتفاع سطح الأرض .

**ـ خواص خطوط الكنتور :**

١ ـ خطوط الكنتور عبارة عن خطوط مقفلة لا تنتهى عند أى نقطة ولكن ليس ضرورياً أن ينقفل خط الكنتور داخل حدود الخريطة .

٢ ـ من المفروض أن لا تطبق الخطوط الكنتورية على بعضها البعض وإن حدث ذلك ففى حالة الإنحدار الرأسى حيث توجد الحافات الرأسية فى الطبيعة .

٣ ـ لا تتلاقى خطوط الكنتور متباينة المنسوب لتكون خطاً واحداً ولا يتفرع خط الكنتور إلى أكثر من خط .

٤ ـ لا تتقاطع خطوط الكنتور مع بعضها البعض إلا فى حالة ما إذا كانت تمثل ظاهرة الكهوف .

٥ ـ تظهر خطوط الكنتور على الخريطة التضاريسية فى تتابع يتزايد طردياً فى منسوبه مع إتجاه التضاريس الموجبة ويتناقص طردياً فى منسوبه فى إتجاه الأراضى المنخفضة .

٦ ـ يمثل البعد العمودى بين أى خطين من خطوط الكنتور أعلى درجة إنحدار على حين تقل درجة الإنحدار بإزدياد المسافة الأفقية بين خطى الكنتور المتتاليين .

٧ ـ تتشكل خطوط الكنتور بصور تختص بالأشكال التضاريسيه الموجودة على سطح الأرض ومن ثم تفيد فى توضيح هذه الأشكال وتيسر قراءتها .

٨ ــ تمكن خطوط الكنتور من إنشاء القطاعات التضاريسية بمختلف صورها بما يفيد فى الدراسات الجغرافية وغير الجغرافية .

٩ ــ تمكن خطوط الكنتور من تظليل أو تلوين الخرائط التضاريسية بالظلال والألوان المتدرجة الإصطلاحية التى تيسر قراءة الخرائط للجغرافيين ولغيرهم من المهتمين بالخرائط .

١٠ــ تفيد الخرائط الكنتورية فى إنشاء الخرائط المجسمة التى توضح البعد الثالث بصورة رأسية تمثل نماذج بارزة للمرتفعات أو المنخفضات .

**ــ خطوط الكنتور ودرجة الإنحدار :**

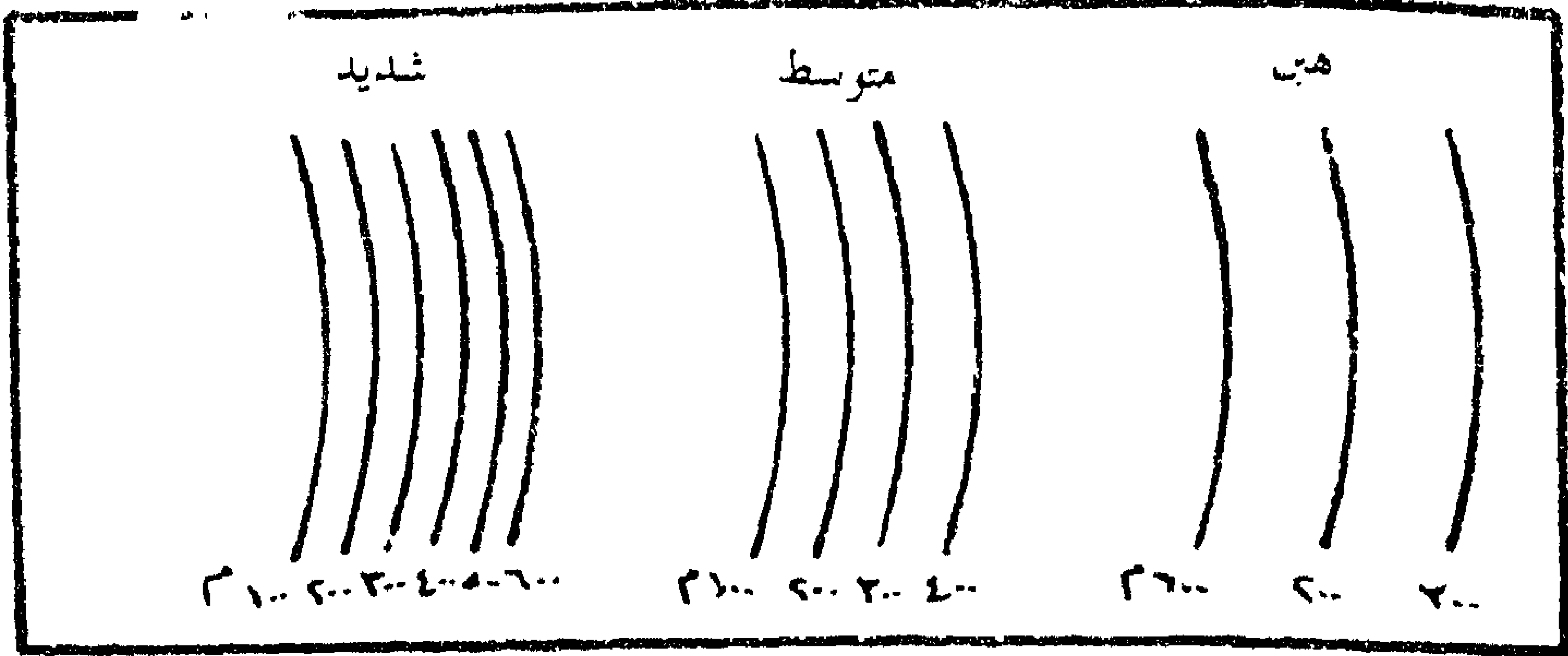
تظهر خطوط الكنتور على الخرائط يفصل الخط عن الآخر مسافة أفقية ، تتناسب هذه المسافة الأفقية عكسياً مع درجة الإنحدار فكلما زادت درجة الإنحدار كلما صغرت المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور ، ومن ثم تقاربت الخطوط . وكلما خفت درجة الإنحدار كلما تزايدت المسافة الأفقية فيما بينها ، وبالتالى تتباعد الخطوط الكنتورية عن بعضها البعض .

تنقسم أنواع إنحدارات سطح الأرض بصفة عامة إلى :

**أ ــ إنحدار منتظم :**

وفيه تكون درجة إنحدار سطح الأرض شبه ثابتة على طول أجزاء المنحدر من بدايته إلى نهايته وتظهر خطوط الكنتور لتمثل هذا النوع من الإنحدارات بحيث تتباعد عن بعضها البعض بمسافات أفقية شبه متساوية .

ويمكن أن نميز ثلاثة أنواع من الإنحدارات المنتظمة هى الإنحدار المنتظم الشديد والإنحدار المنتظم المتوسط والإنحدار المنتظم الهين . ( شكل رقم ٥٠ ) .




( شكل رقم ٥١ )

أنواع الإنحدار المنتظم

وتتناسب المسافة الأفقية فيما بين خطوط الكنتور مع تساويها تقريباً مع شدة الإنحدار ، فتظهر الخطوط شديدة التقارب فى حالة الإنحدار الشديد ومتباعدة بعض الشيء فى حالة الإنحدار المتوسط ، ومتباعدة فى حالة الإنحدار الهين أو الخفيف .

**ب ـــ إنحدار غير منتظم :**

وفيه تختلف درجة الإنحدار على طول المنحدر ما بين الشدة والخفة . ويمكن أن نميز بين نوعين من هذه الإنحدارات غير المنتظمة : الإنحدار المقعر والإنحدار المحدب :

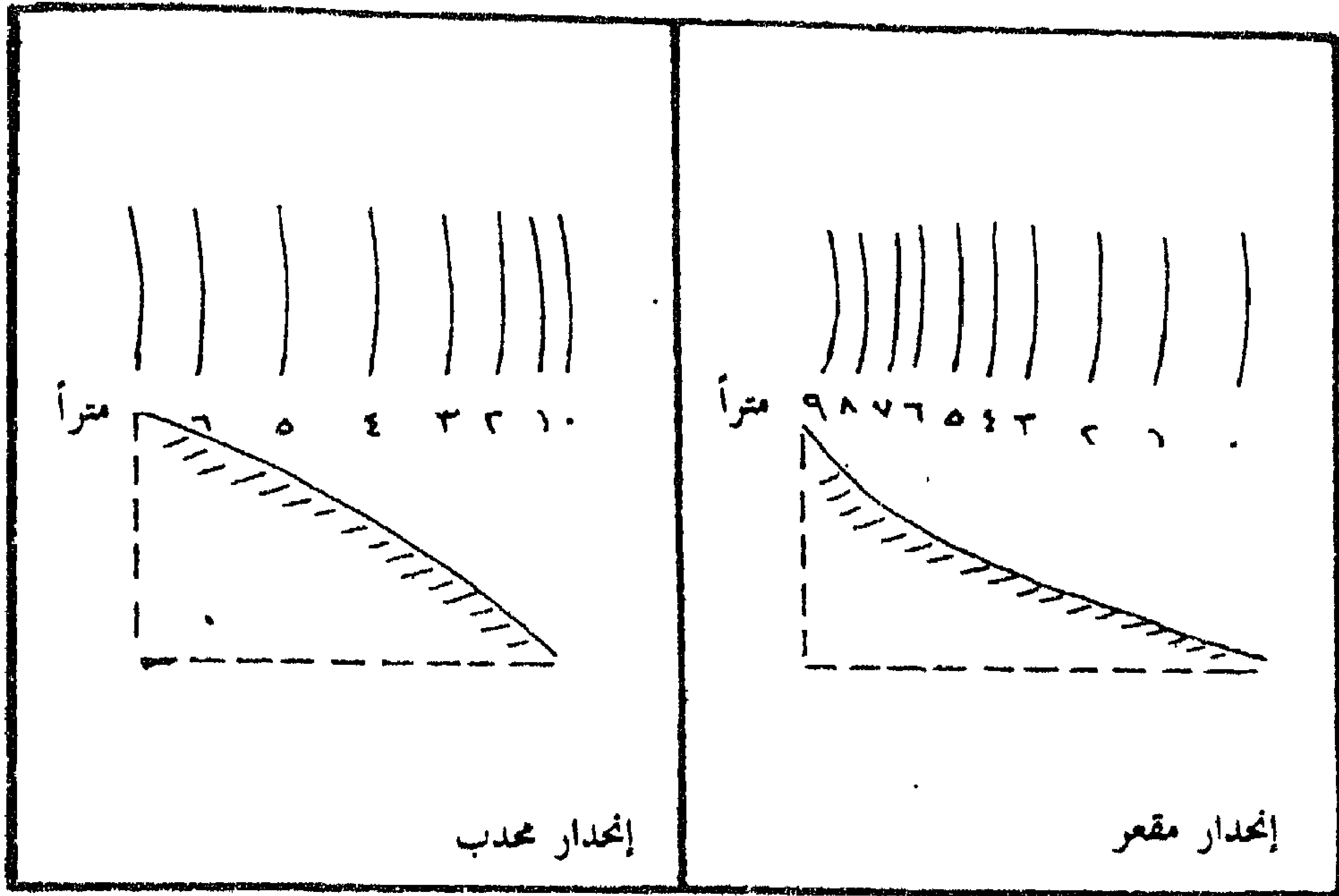
**١ ـــ الإنحدار المقعر :**

وفيه تختلف شدة الإنحدار على طول المنحدر بحيث يكون الإنحدار شديداً عند قمة المنحدر وخفيفاً عند قاعدته ، وبذلك تظهر خطوط الكنتور متقاربة أعلى المنحدر وتتباعد عند القاعدة . ( شكل رقم ٥٢ ـــ أ ) .

**٢ ـــ الإنحدار المحدب :**

وتختلف درجة الإنحدار على طول أجزاء المنحدر بحيث يكون الإنحدار

خفيفاً عند القمة وشديداً عند القاعدة ، فتظهر خطوط الكنتور متباعدة أعلى المنحدر ومتقاربة عند قاعدته . ( شكل رقم ٥٢ — ب ) .



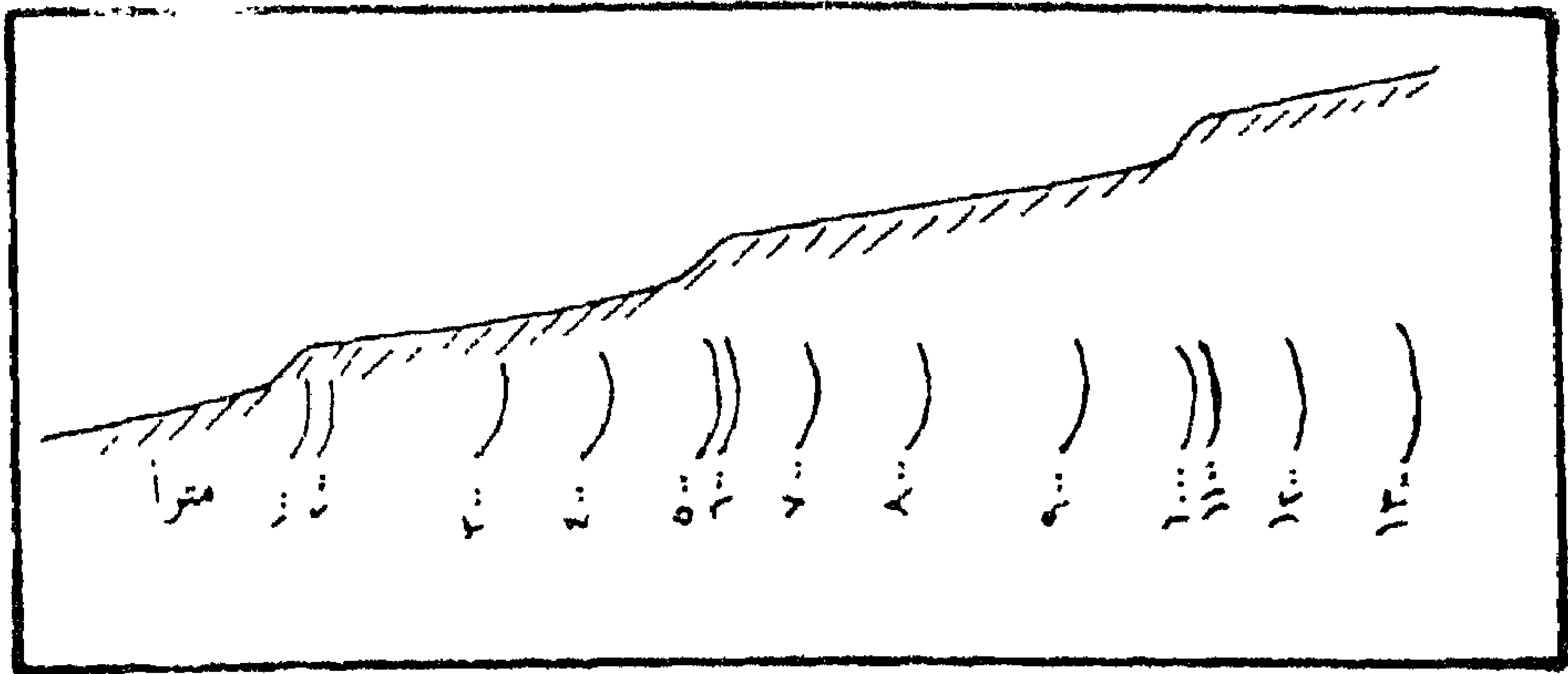

( شكل رقم ٥٢ — أ ) ( شكل رقم ٥٢ ب )

**جـ — الإنحدار السلمى :**

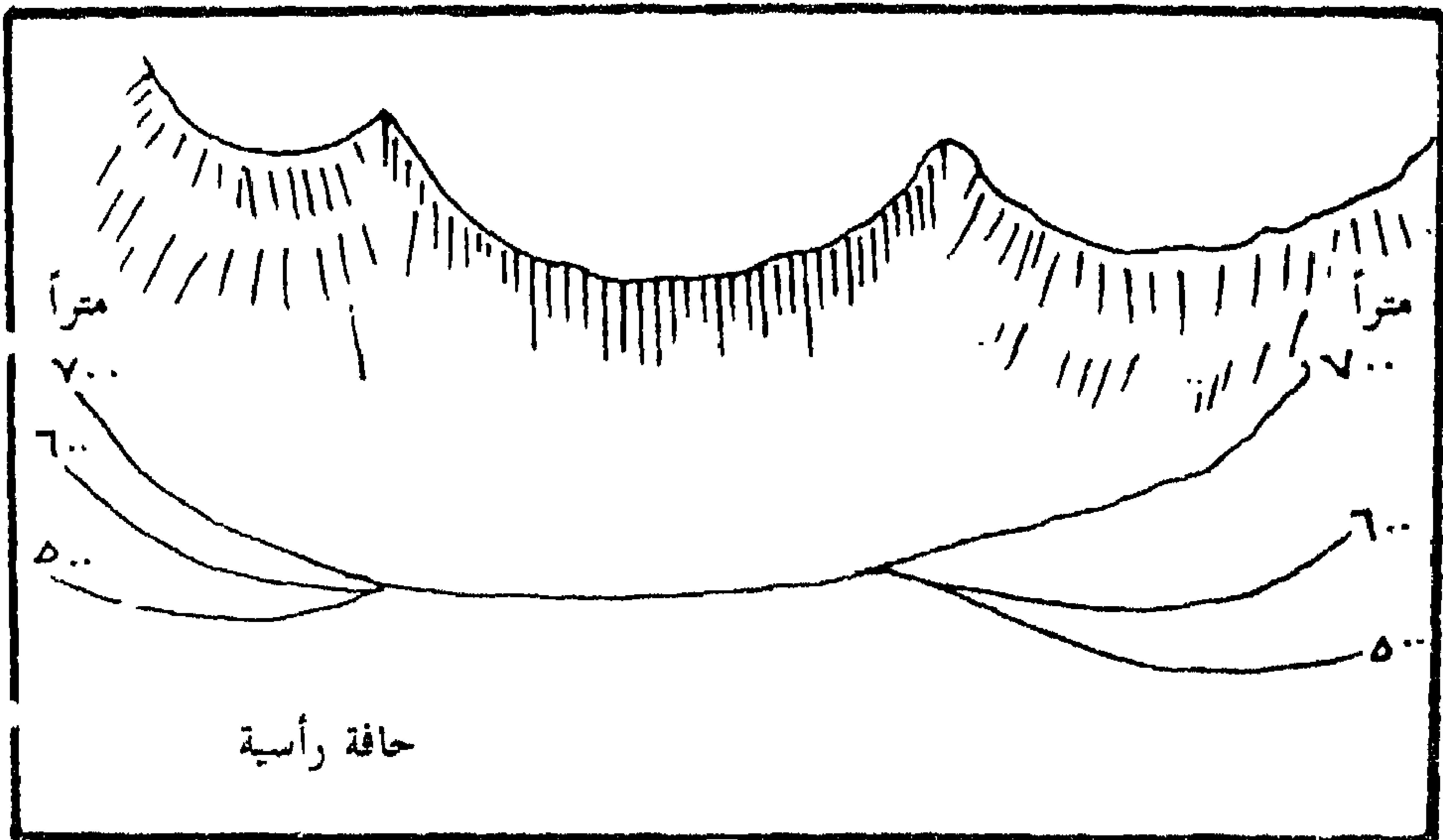
ونلاحظ تغير درجة الإنحدار لعدة مرات على طول أجزاء المنحدر ما بين الإنحدار الشديد وبين الإنحدار الهين وفيه تظهر خطوط الكنتور متقاربة ثم متباعدة فى تكرار يتفق وشكل المنحدر . ( شكل رقم ٥٢ — جـ ) .

**د — الإنحدار الرأسى :**

ويظهر عند الحافات الرأسية وفى هذه الحالة تظهر خطوط الكنتور وقد تطابقت الكنتور فوق الآخر رغم إختلاف مناسيبها لتكون خطاً واحداً ينطبق على موضع الحافة الرأسية . ( شكل رقم ٥٢ — د ) .




( شكل رقم ٥٢ ــ جـ )




( شكل رقم ٥٢ ــ د )

# الظواهر التضاريسية بخطوط الكنتور

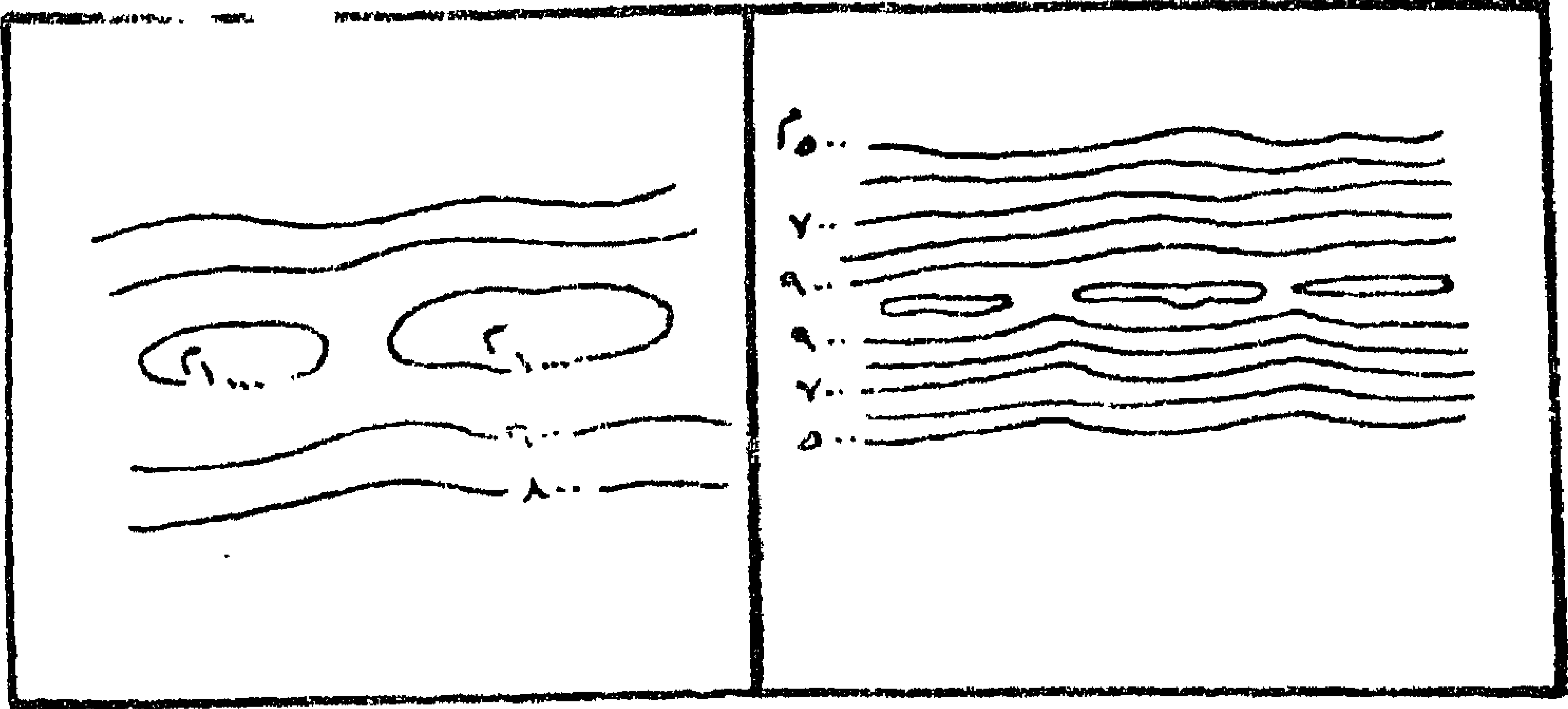
تتخذ الخطوط الكنتورية أشكالاً تتفق والظواهر التضاريسية أصبحت معلومة للجغرافى بحيث يمكنه تصور ظاهرات سطح الأرض من مجرد قراءة الخريطة الكنتورية ، بل ويمكنه أن يتعرف على طبيعة الصخور وظروف المناخ وعنصر التعرية السائد فى المكان الذى تمثله الخريطة ، كذلك يمكنه بإستخدام الخريطة الكنتورية التعرف على شكل الأرض قبل فعل عوامل التشكيل ، ومن ثم يستطيع أن يضع تصوراً لما سوف تصبح عليه هذه الأشكال التضاريسية مستقبلاً بفرض إستمرار الظروف المناخية السائدة .

وفيما يلى عرض لنماذج من أشكال سطح الأرض وصورتها على الخريطة بإستخدام الخطوط الكنتورية .

**أولاً : المرتفعات وأشكالها :**

**أ ــ سلاسل الجبال :**

تتخذ السلاسل الجبلية عدة أشكال فى الطبيعة وتختلف أشكال خطوط الكنتور التى تمثلها بإختلاف أشكالها . ( شكل رقم ٥٣ ) :

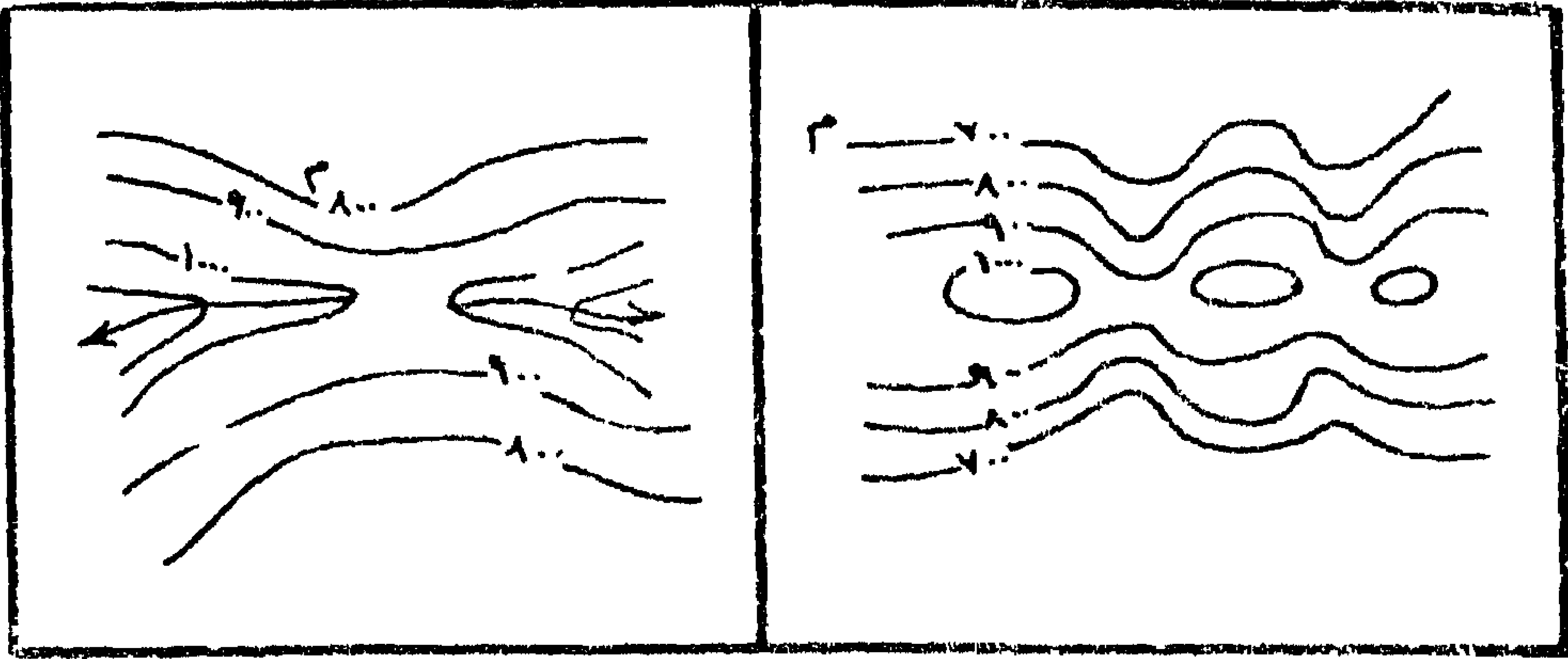



**سلاسل جبلية حادة القمة**

وتتكون من مجموعة من الجبال تمتد متجاورة لمسافات كبيرة ويكون إتساعها محدوداً عند القمة .

**سلاسل جبلية متسعة القمة**

وتتكون من مجموعة من الجبال تمتد متجاورة مسافات كبيره ويكون إتساعها كبيراً عند القمة .

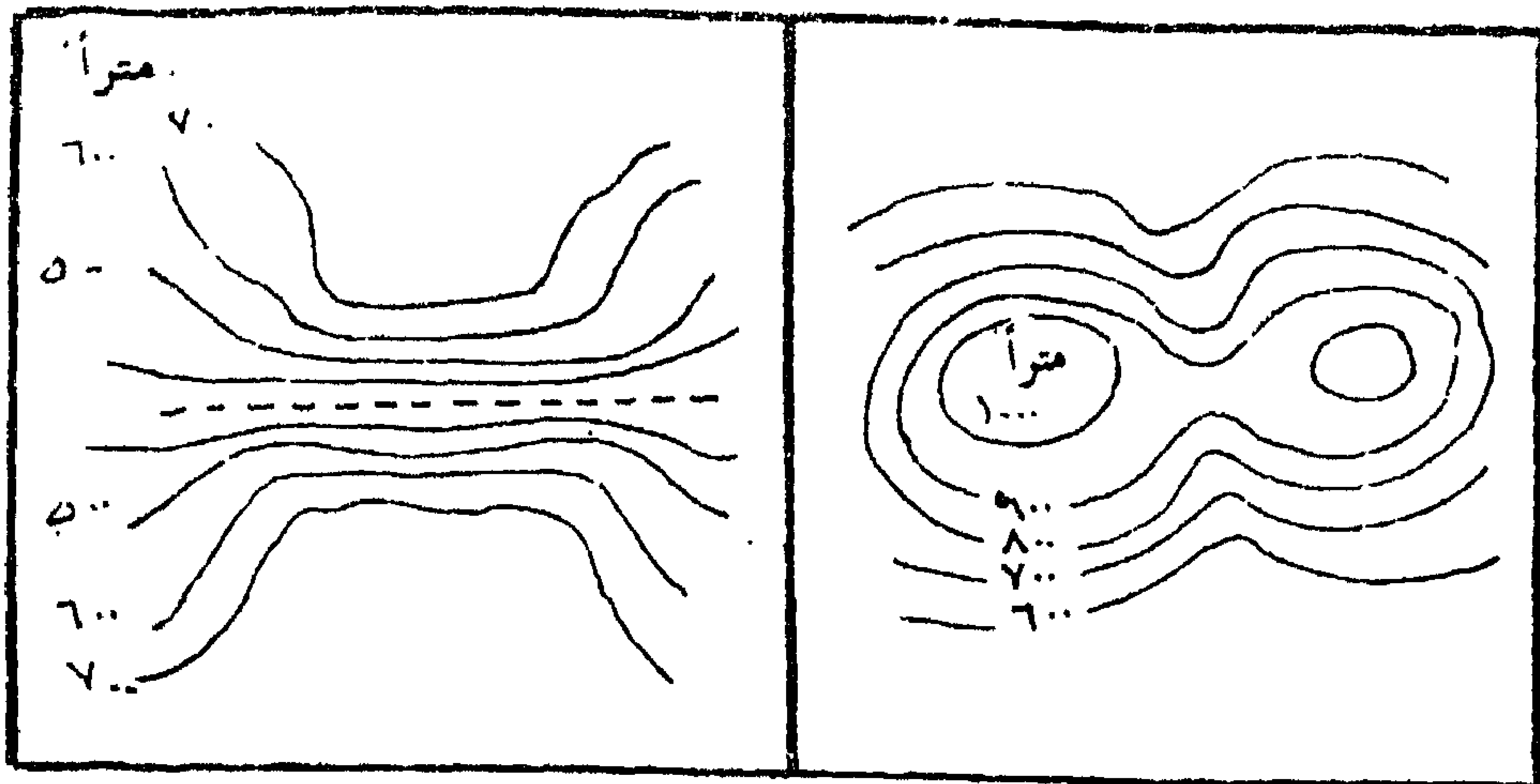



**سلاسل جبلية متقطعة**

وهى عبارة عن سلاسل جبلية قطعتها عوامل التعرية إلى عدد من الجبال تمتد متجاورة على خط واحد .

**الممر الجبلى**

وهو عبارة عن منخفض يصل بين أعالى الأودية النهرية التى تقطع السلاسل الجبلية




**الرقبة**

وهى عبارة عن منطقة منخفضة نسبياً بين قمتين مرتفعتين .

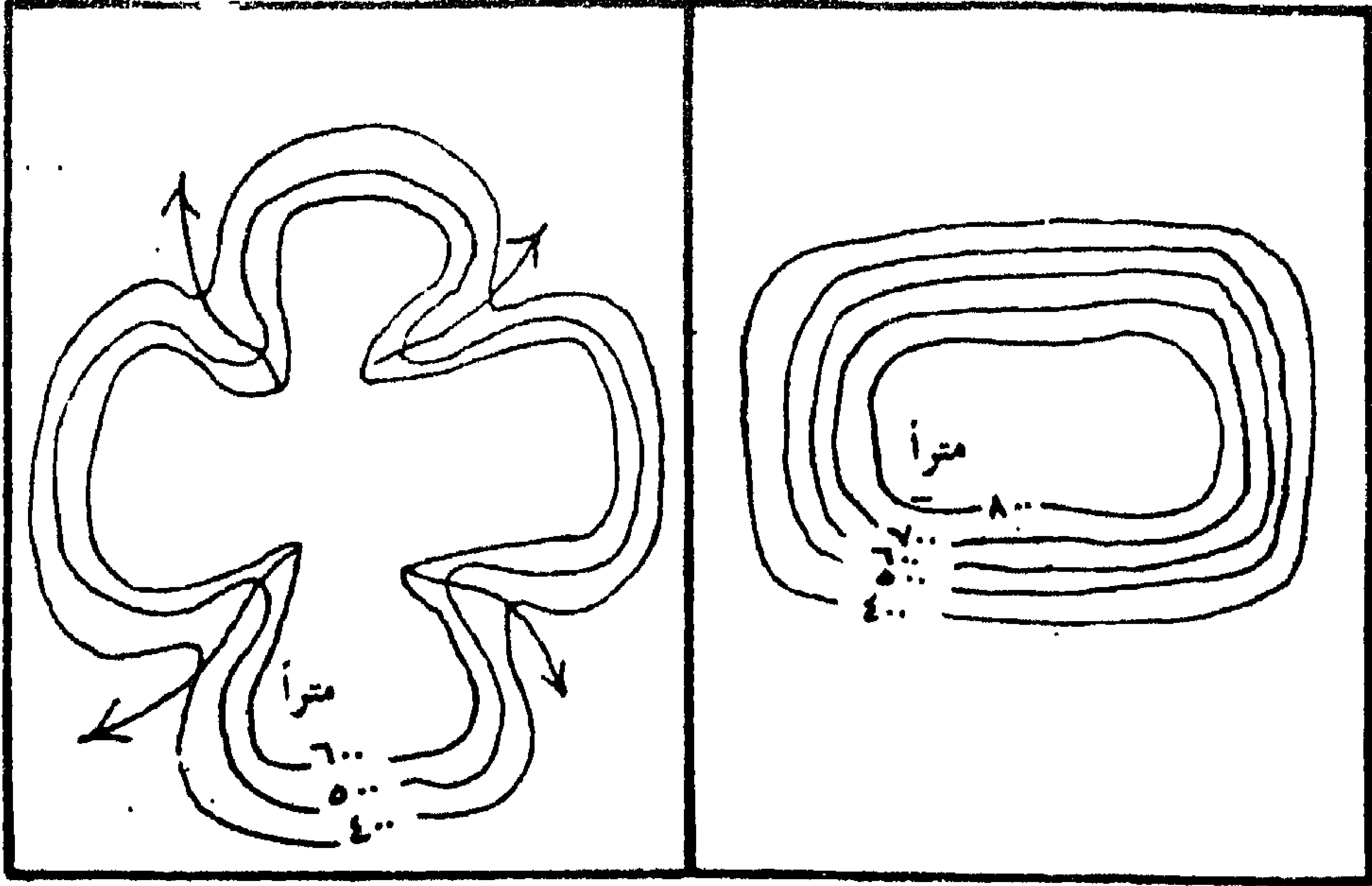
**الخانق**

وهو عبارة عن منطقة منخفضة بين مرتفعين وتتميز بشدة إنحدار جوانبها .

**( شكل رقم ٥٣ )**

**ثانياً : الهضاب :**

تمثل الهضبة شكلاً تضاريسياً مرتفعاً يتميز بسطح شبه مستو وبجوانب منحدرة ، وهذه هى الهضبة البسيطة أو الهضبة المستوية . ونتيجة لفعل عوامل التشكيل من تجوية وتعرية يتشكل سطح هذه الهضاب وجوانبها لتتحول إلى ما يعرف بالهضبة المقطعة أو الهضبة الناضجة وعلى ذلك فإن كلا منهما تتخذ مظهراً مميزاً بخطوط الكنتور . ( شكل رقم ٥٤ ) .



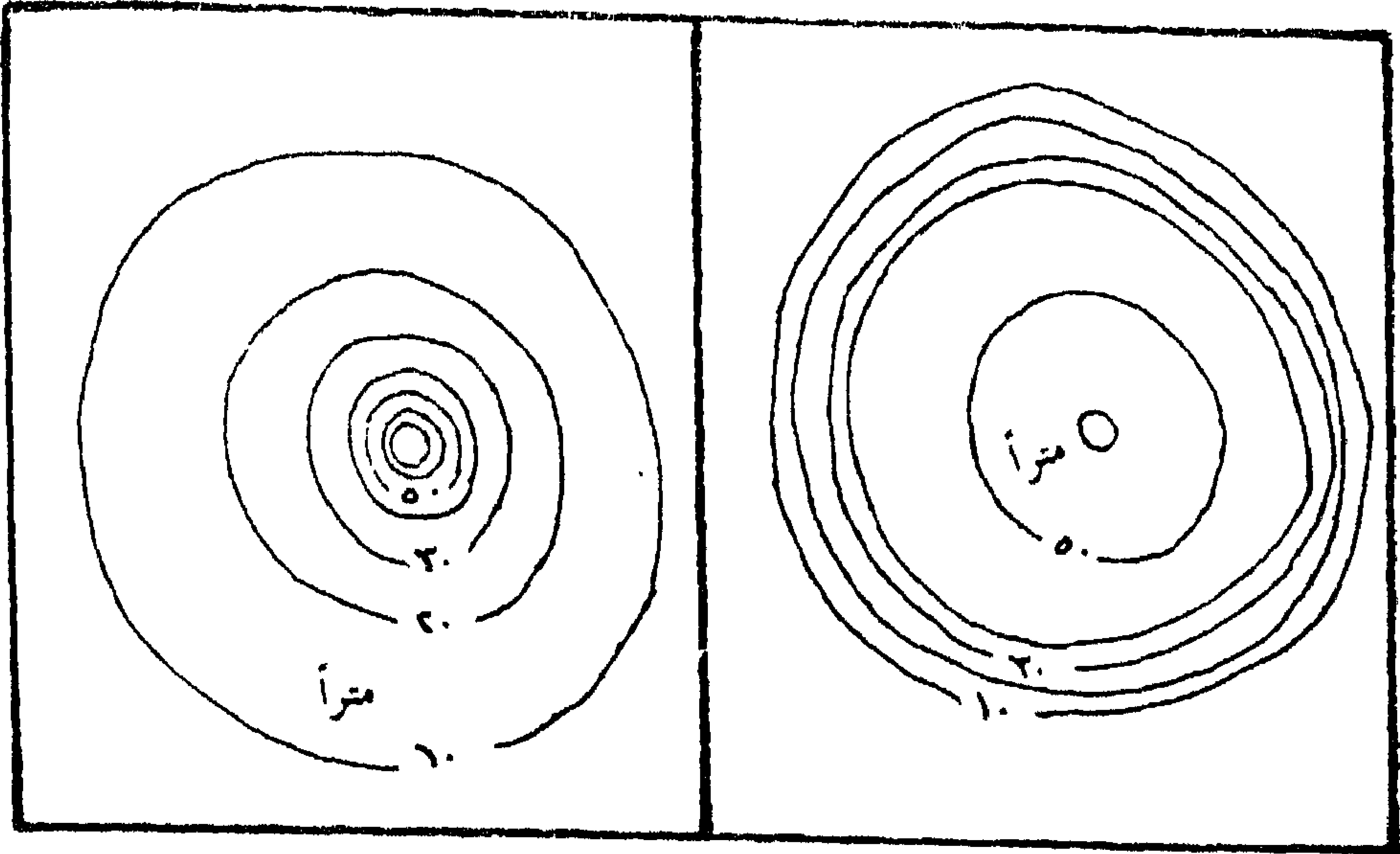

هضبة مستوية يظهر سطحها المستوى خالياً من خطوط الكنتور .

هضبة ناصجة قطعتها مجموعة من الأنهار .

( شكل رقم ٥٤ )

**ثالثاً : التلال :**

يقصد بالتلال المناطق صغيرة المساحة متوسطة الإرتفاع تتخذ أشكالاً منها المحدب القبابى الشكل ومنها المخروطى هرمى الشكل، ويختلف شكل خطوط الكنتور تبعاً لشكل التل وإن كانت تظهر مقفلة على نفسها محددة لموضع التل وموضحة لإتساع قاعدته وأيضاً إرتفاعه . ( شكل رقم ٥٥ ) .

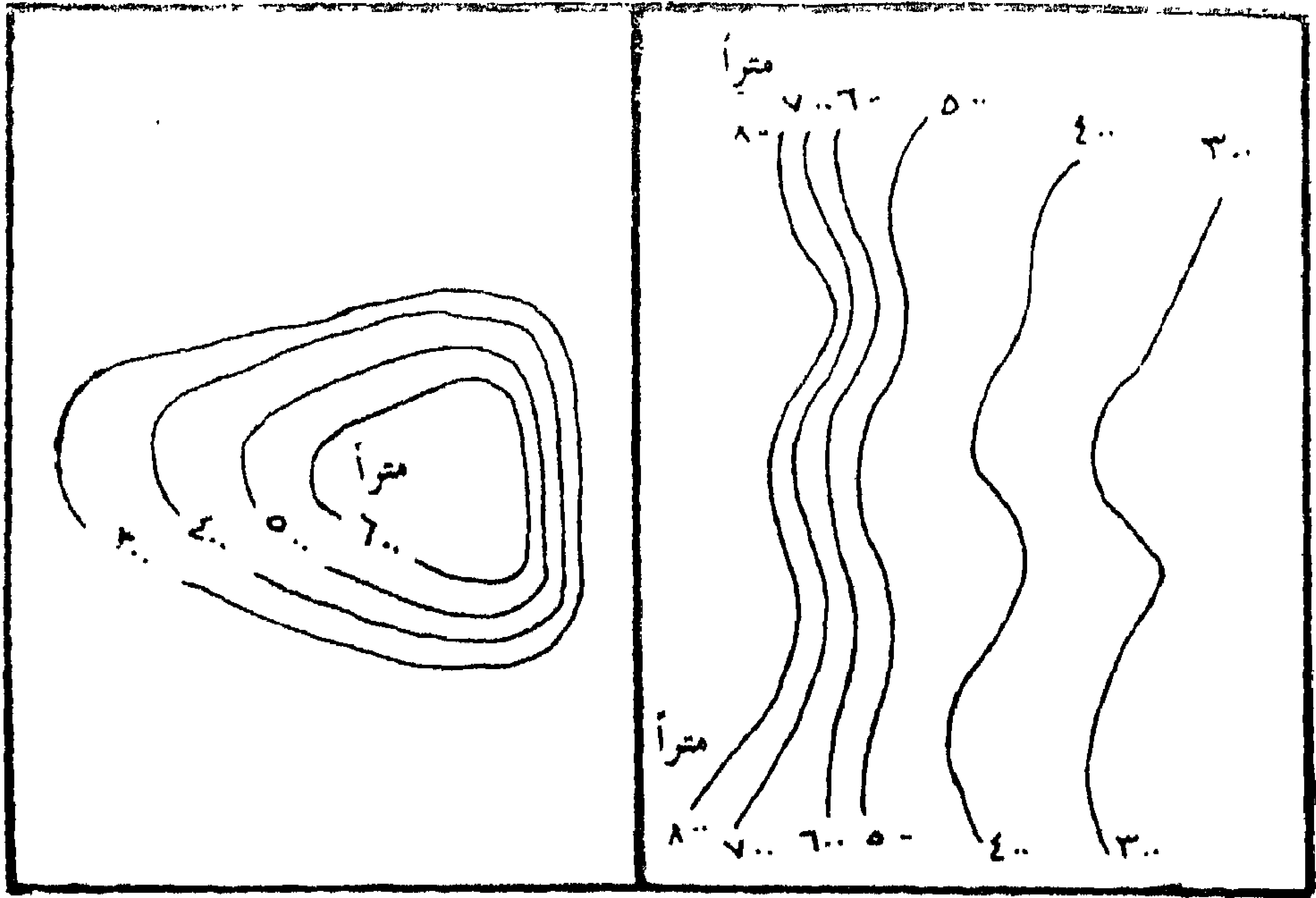



| التل المحدب | التل المقعر |
|---|---|
| وتنحدر جوانبه فى إنحدار محدب وتظهر خطوط الكنتور متقاربة عند قاعدة التل ومتباعدة عند قمته . | وتتخذ جوانبه إنحداراً مقعراً وتظهر خطوط الكنتور متباعدة عند قاعدة التل ومتقاربة عند قمته . |

( شكل رقم ٥٥ )

**رابعاً : الحافات :**

تمثل الحافات واجهات منحدرة تنحدر إنحداراً شديداً نسبياً إلى أراضى سهلية ومن هذه الحافات الجبلية تلك الحافات التى تعرف بالكويستات . ( شكل رقم ٥٦ ) .




**حافة جبلية**

وهى عبارة عن واجهة جبلية تتقارب عندها خطوط الكنتور تشرف على أرض سهلية تتباعد فيها الخطوط الكنتورية .

**الكويستا**

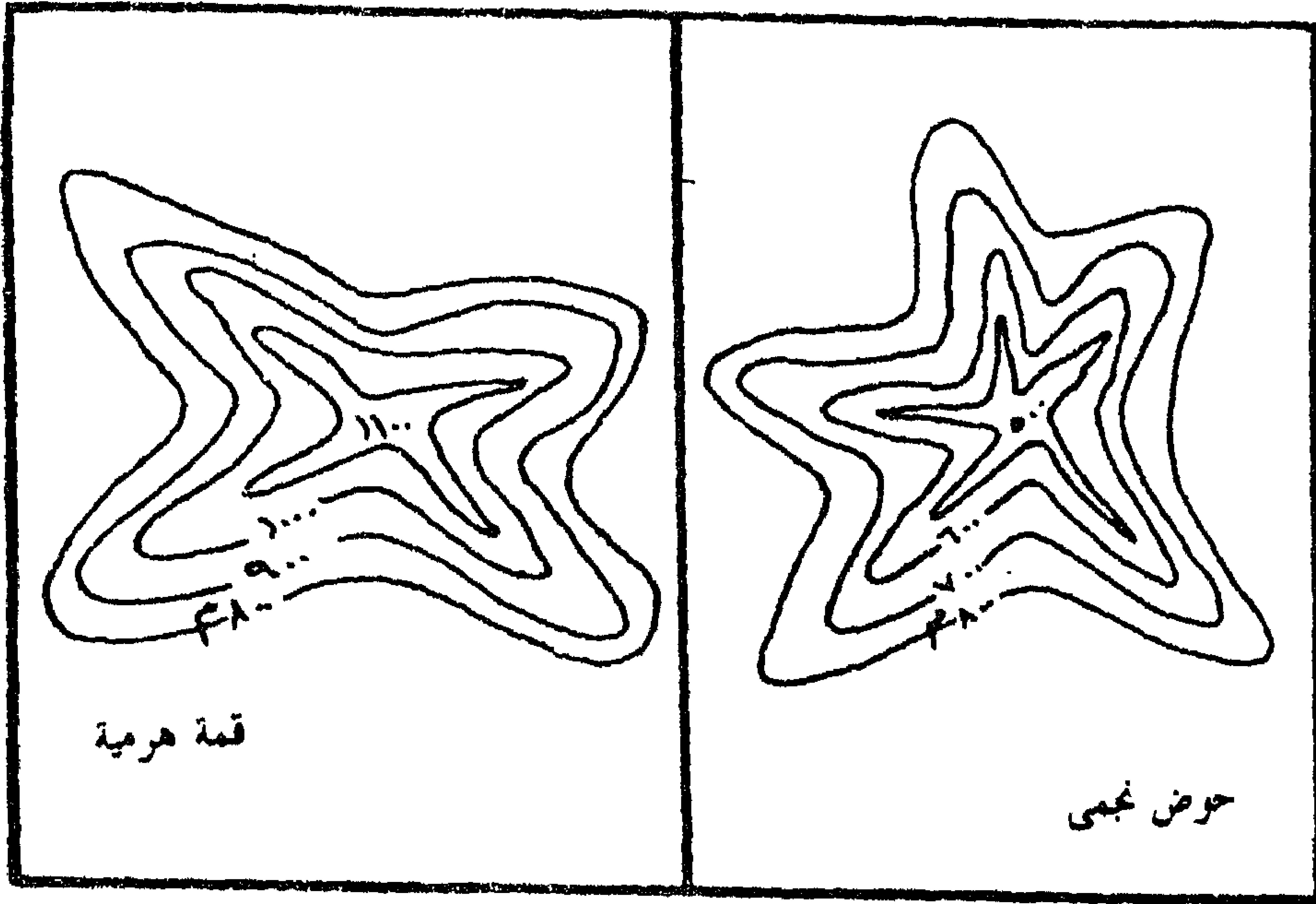
عبارة عن حافة شديدة الإنحدار من جانبها ( واجهة الكويستا ) وهينة الإنحدار من الجانب المقابل ( ظهر الكويستا ) ويظهر ذلك من المسافات بين خطوط الكنتور .

**( شكل رقم ٥٦ )**

## خامساً : الأحواض والمنخفضات :

تظهر الأحواض والمنخفضات على الخرائط التضاريسية بإستخدام خطوط الكنتور تكاد تماثل الأراضى المرتفعة والسلاسل الجبلية والتلال ، مع فارق مهم وهو ترقيم خطوط الكنتور لبيان المناسيب . فنلاحظ أن الحوض تظهر حدوده

محددة بخط كنتور بمنسوب بداية المنخفض ثم تتدرج مناسيب خطوط الكنتور فى إتجاه قاع الحوض أو المنخفض بتدرج متناقص تبعاً لإنخفاض المنسوب وحتى قاع الحوض أو المنخفض . ( شكل رقم ٥٧ ) .




رغم أن الشكل الظاهر يكاد يتشابه إلا أن مناسيب سطح الأرض تأخذ فى التناقص من حدود الحوض فى إتجاه القاع ، على حين أن مناسيب خطوط الكنتور تتزايد فى إتجاه قمة المرتفع الهرمى الشكل .

**( شكل رقم ٥٧ )**

## سادساً : الأودية النهرية :

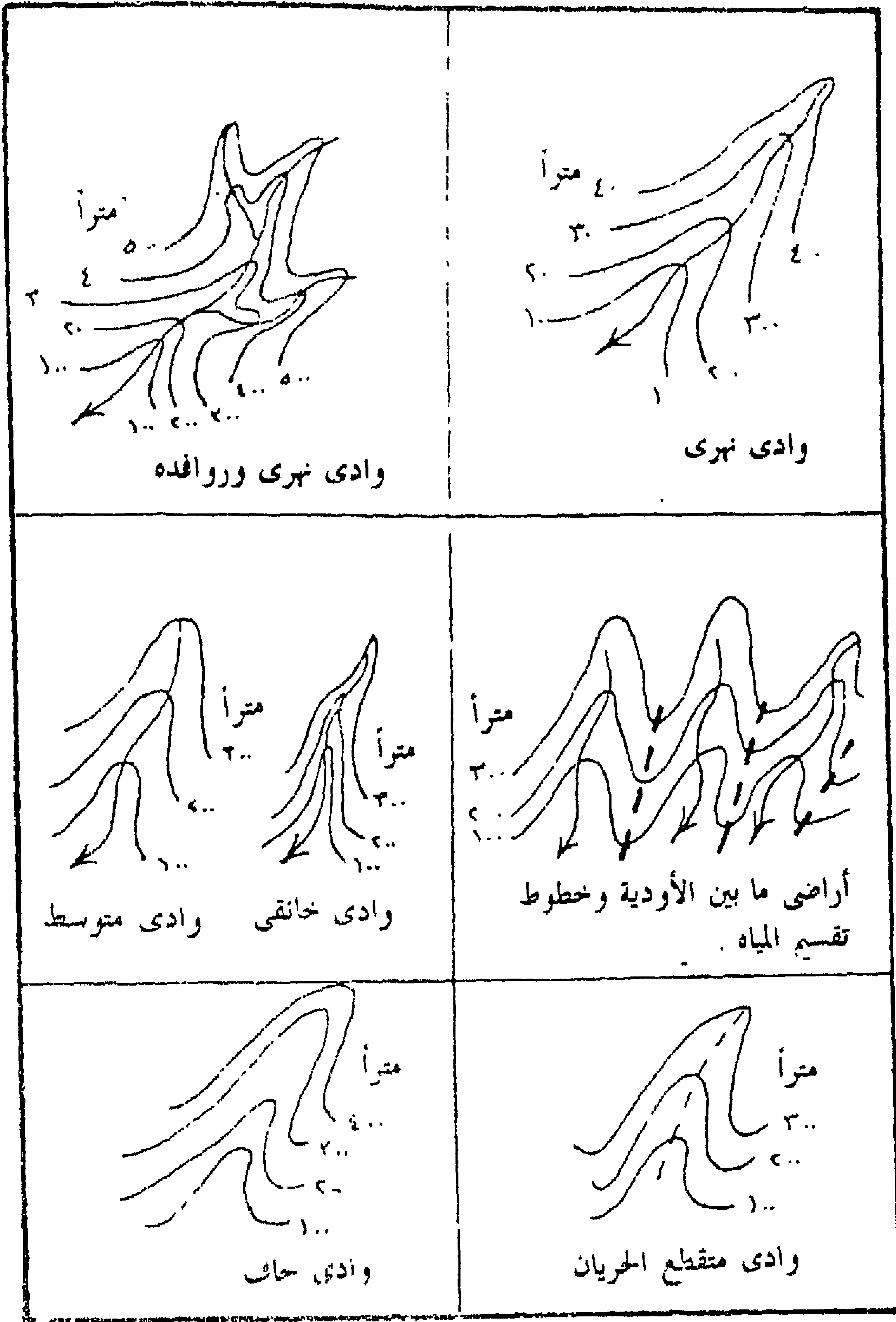
تظهر الأودية النهرية الحالية ، أو السابقة على الخرائط بخطوط الكنتور ينحنى الكنتور الأقل منسوباً داخل الكنتور الأعلى منسوباً فى إتجاه المنابع ، ويكون خط المجرى هو الخط الذى يصل بين رؤس هذه المنحنيات أو الثنيات .

وتتوافق هذه الثنيات فى مدى وشكل إنحناءاتها مع المرحلة التى تميز النهر ، فكلما كانت الثنيات مدببة دلت على أن النهر ما زال فى مرحلة النضج أو

مرحلة الشباب ، أو أن النهر يقطع منطقة ذات صخور صلبة . وكلما إتسعت هذه الثنيات وإتخذت الشكل المقعر دلت على أن النهر فى مرحلة الكهولة ، أو أنه يقطع منطقة مستوية ذات صخور لينة . كذلك تختلف الثنيات عند المصب عنها عند المنابع فهى تزداد إتساعاً بالإتجاه نحو المصب .

وهكذا نستطيع أن نتعرف على النهر وإمتداده وإتساع واديه والمرحلة التى يمر بها من مراحل الدورة الجيومورفولوجية ، وغيرها من المعلومات الخاصة بطبيعة أنواع الصخور ودرجة الإنحدار وشكل شبكة التصريف النهرى .

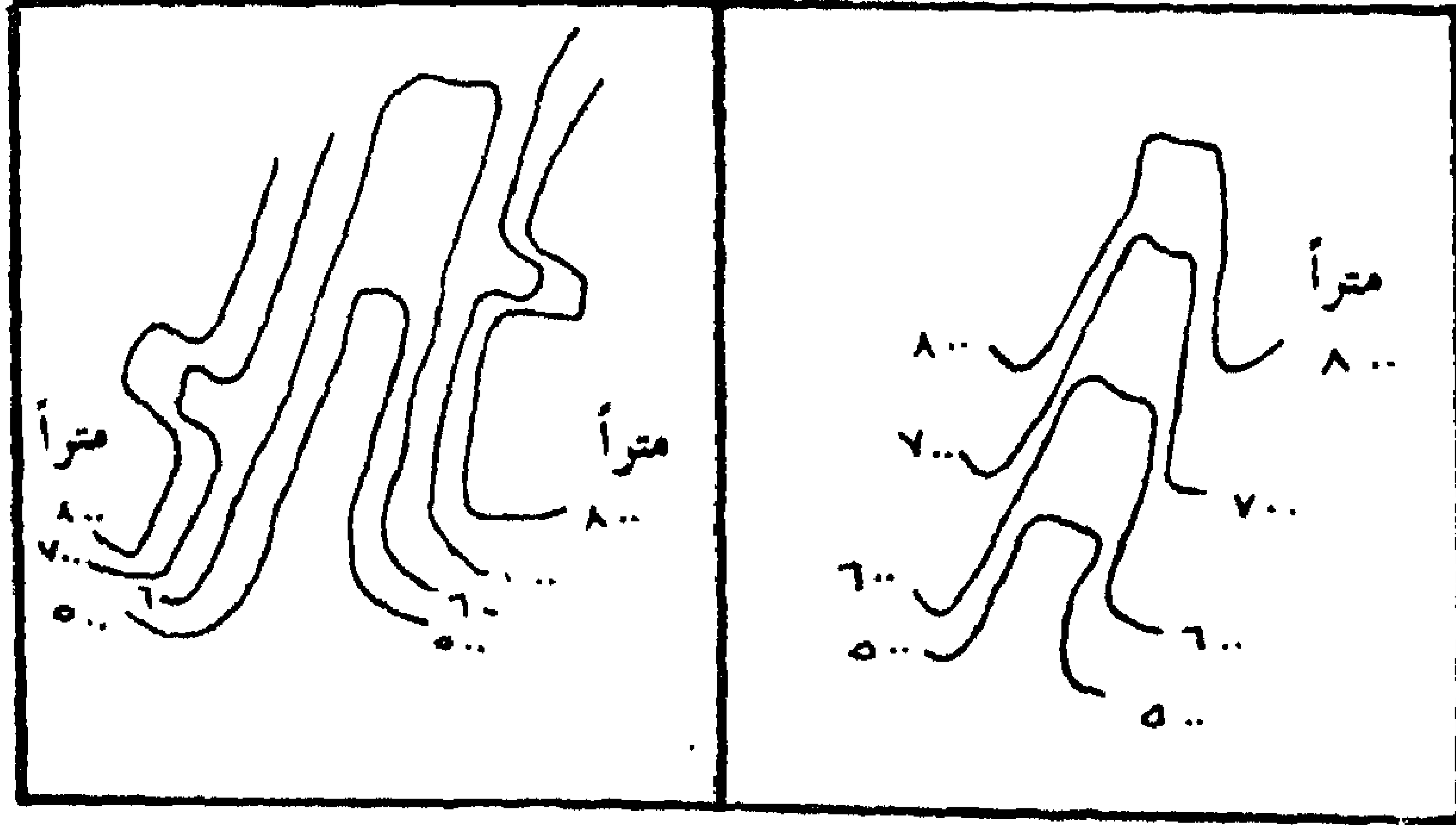
كما نلاحظ أن التعرية النهرية تترك بصماتها عند تغير ظروف المناخ من المناخ الرطب إلى المناخ الجاف ، حيث تجف الأنهار وتبقى أوديتها لتعطى تأكيداً على تغير الظروف المناخية . وتعرف فى هذه الحالة بالأودية الجافة أو متقطعة الجريان . وتختلف عن الأودية دائمة الجريان بأن المجارى النهرية ترسم بخطوط كاملة متصلة حيث الأنهار ، على حين ترسم أماكن المجارى السابقة بخطوط متقطعة فى حالة الجريان المتقطع ، وبخط نقطى أولا ترسم على الاطلاق فى حالة الأودية الجافة ، على حين تظهر الخطوط الكنتورية متماثلة فى الحالات الثلاثة . ( شكل رقم ٥٨ ) .


وادى نهرى
مترا
٤٠
٣٠
٢٠
١٠
وادى نهرى وروافده
أراضى ما بين الأودية وخطوط تقسيم المياه .
وادى خانقى
وادى متوسط
وادى متقطع الجريان
وادى جاف

( شكل رقم ٥٨ )

## سابعاً : الأودية الجليدية :

تماثل الأودية الجليدية فى مظهرها بخطوط الكنتور الأودية النهرية فيما عدا أن شكل ثنيات خطوط الكنتور يتفق وطبيعة الوادى الجليدى الذى يتخذ شكلاً رأسى الجوانب أفقى القاعدة كما تظهر مع الأودية الجليدية روافدها التى تعرف بالأودية المعلقة . ( شكل رقم ٥٩ ) .




وادى جليدى ورروافده من الأدوية المعلقة .

وادى جليدى

( شكل رقم ٥٩ )

## ثانياً : الخرائط الطبوغرافية

يعتبر الإغريق القدامى أول من إستخدم تعبير طبوغرافيا . وتعنى كلمة أو مصطلح طبوغرافيا عند الإغريق القدماء تلك الخرائط التى تعرض لشكل الحيز المكانى ، على حين تعنى كلمة طبوغرافيا حديثاً وصف مظاهر سطح الأرض . وينقسم الجغرافيون فى الرأى حول المقصود بمظاهر سطح الأرض التى يجب أن توضحها الخرائط الطبوغرافية ، فيميل البعض منهم إلى جعل هذا التعبير مقصوراً على وصف مظاهر سطح الأرض الطبيعية وبمعنى أدق وصف تضاريس المكان . على حين يرى البعض الآخر من الجغرافيين أن مصطلح طبوغرافيا إنما يعنى وصف مظاهر سطح الأرض الطبيعية والبشرية التى تميز الحيز المكانى موضوع الخريطة ، وتبعاً لما يسمح مقياس رسمها بتوزيعه وبيانه . ويتفق الغالبية من الجغرافيين مع هذا الرأى ، فالخريطة الطبوغرافية الحديثة بمقياس رسمها المتوسط بين الخرائط العامة صغيرة المقاييس ، وبين الخرائط التفصيلية ذات المقاييس الكبيرة تسمح بتوزيع وبيان معظم مظاهر سطح الأرض الطبيعية والبشرية داخل الحيز المكانى .

وتتراوح مقاييس رسم الخرائط الطبوغرافية عادة بين مقياس الرسم ١ : ٢٥٠٠٠ وبين مقياس الرسم ١ : ٢٥٠٠٠٠ ، على حين تعد الخرائط الطبوغرافية المرسومة بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠ خرائط وسطاً بين أنواع الخرائط الطبوغرافية ، فهى تجمع بين العمومية وبين بعض التفاصيل المهمه فى عرضها للظواهر الجغرافية المختلفة .

# الظواهر الجغرافية على الخرائط الطبوغرافية

## أولاً : الظواهر الطبيعية :

تهتم الخريطة الطبوغرافية فيما توضحه من ظواهر جغرافية بإبرار مدى تضرس الحيز المكانى موضوع الخريطة ، وتظهر أشكال الأرض المرتفع منها والمنخفض . كما تبين الخرائط الطبوغرافية عنصر إنحدار سطح الأرض فتقدم وصفاً عن درجة الإنحدار وعن أنواع الإنحدارات المختلفة . وتستخدم خطوط الإرتفاعات المتساوية ــ خطوط الكنتور ــ كرمز خطى له مدلول كمى فى تمثيل وتوزيع الظواهر التضاريسية على الخرائط الطبوغرافية . ويتيح ذلك لقارىء الخريطة الطبوغرافية التعرف على الشكل العام لسطح الأرض . كما تمكن من قياس درجة الإنحدار وتحديد نوعه . وقد يستعان بطرق مساعدة أخرى إلى جانب خطوط الكنتور لإظهار بعض التفاصيل الخاصة بالتضاريس التى قد يتعذر بيانها وإبرازها بواسطة خطوط الكنتور . ويساعد ذلك قارىء الخريطة من المتخصصين أو من غير المتخصصين على تصور وتفهم طبيعة التضاريس فى الحيز الجغرافى موضوع الخريطة . وتتأتى أهمية ذلك لما للتضاريس من أثر واضح على النشاط البشرى وعلى أشكال وأنماط إستخدام الإنسان للأرض ، وكذلك سبل الإستغلال الأمثل . ويعد إستخدام طريقة نقط المناسيب إلى جانب خطوط الكنتور أمراً مألوفاً فى الخرائط الطبوغرافية . وتفيد نقط المناسيب فى بيان الإرتفاعات الشاهقة وكذلك المنخفضات العميقة التى قد تقع بين خطين متتاليين من الكنتور ، ومن ثم لا تظهر على الخريطة .

ويستعان بطريقة خطوط الهاشور إلى جانب خطوط الكنتور ، ونقط المناسيب وذلك لبيان بعض الظواهر التضاريسية محدودة الإمتداد المساحى التى لا يسمح مقياس رسم الخريطة أو الفترة الكنتورية المستخدمة ببيان تفاصيلها بوضوح . وتعد التلال الصغيرة ، والكومات الرسوبية ، والدالات المخروطية والمروحية من أمثلة هذه الظواهر التضاريسية . وتفيد خطوط الهاشور أيضاً فى إبراز شدة وطبيعة الإنحدارات ، وفى إضفاء قدر من التجسيم وحسن التصوير لبعض الظواهر التضاريسية مثل الحافات شديدة الإنحدار ، والجروف ، والحلبات الجليدية ، والمخاريط البركانية .

ترسم الخطوط الكنتورية على الخرائط الطبوغرافية عادة باللون البني الذي يعد لوناً إصطلاحياً . وغالباً ما تستخدم الألوان المتدرجة في تلوين المساحات المحصورة بين الخطوط الكنتورية المتتابعة بحيث تبرز في وضوح التغير والإنتقال من منسوب إلى آخر ، وكذلك بيان المستويات متساوية المنسوب .

وتتدرج الألوان المستخدمة في الخرائط الطبوغرافية إبتداء من اللون الأخضر بدرجاته إلى اللون الأصفر الداكن نسبياً بدرجاته ثم اللون البني بدرجاته أيضاً . وقد يستخدم اللون البنفسجي في إبراز القمم شاهقة الإرتفاع ، كما يستخدم اللون الأبيض في بيان القمم شاهقة الإرتفاع ذات القلنسوات الثلجية .

ويتيح إستخدام اللون المتدرج لقارىء الخريطة الطبوغرافية أن يميز بين الأراضى السهلية وبين الأراضى متوسطة المناسيب ، وبينهما وبين المناطق المرتفعة. كذلك تمكن الخريطة الطبوغرافية من التعرف على درجة تضرس الحيز المكانى موضوع الخريطة .

وتوضح الخرائط الطبوغرافية نظم الجريان السطحى فى المنطقة موضوع الخريطة ، وذلك بإستخدام رمز الخط النوعى فى توزيع شبكات التصريف النهرى ، مثل مجارى الأنهار العابرة وروافدها ، والأودية النهرية متقطعة الجريان ، وأيضاً الأودية الجافة .

وترسم المجارى النهرية الرئيسية بخطوط زرقاء اللون ويحدد المجرى النهرى بخطوط حدية سوداء اللون . وتظهر الأودية متقطعة الجريان بخطوط غير متصلة ، على حين تمثل الأودية الجافة برمز الخط النقطى غير الكمى أيضاً .

ويظهر على الخريطة الطبوغرافية مواضع الينابيع بإستخدام رموز الموضع غير الكمية . وترجع أهمية إبراز الينابيع إلى كونها مصدراً للمياه الجوفية تزداد أهميته فى الأراضى الجافة ، وشبه الجافة حيث يتبع وجودها قيام بعض المحلات العمرانية الصغيرة ، كما تحدد مواضع لحل وترحال المشتغلين بحرفة الرعى .

ويتخذ النبات الطبيعى مكانه على الخريطة الطبوغرافية ، حيث يتم تحديد المساحات التى يشغلها النبات الطبيعى برمز المساحة النوعى ، وتلون هذه

المساحات بألوان غير متدرجة تختلف بإختلاف نوع النبات الطبيعي . كما قد تستخدم الرموز التصويرية الإصطلاحية أو المحية لبيان توزيع النبات الطبيعي بأنواعه فى المنطقة المبينة على الخريطة .

وتوضح الخرائط الطبوغرافية مناطق الأراضى البور ، وأراضى السبخات والمستنقعات بإستخدام عدد من الرموز الإصلاحية أو المحلية توزع داخل الحيز المكانى للظاهرة على الخريطة .

كما تظهر على الخرائط الطبوغرافية بعض أجزاء من المسطحات المائية للمحيطات أو البحار أو البحيرات بحسب موقع المنطقة المبينة على الخريطة ويستخدم اللون الأزرق لتلوين المسطحات المائية التى قد تظهر على الخرائط الطبوغرافية .

**ثانياً : الظواهر البشرية :**

تعتبر الظواهر الجغرافية البشرية نتاجاً لإستجابة الإنسان وتفاعله مع البيئة الطبيعية من حوله . وتهتم الخرائط الطبوغرافية ببيان الظواهر الجغرافية البشرية جنباً إلى جنب مع الظواهر الجغرافية الطبيعية تبعاً لما يسمح به مقياس الرسم ودون أن تتداخل هذه الظواهر معاً فتفقد الخريطة الطبوغرافية أهم خصائصها وهى البساطة مع صدق التعبير عن ما تمثله من ظواهر جغرافية . وتتعدد الظواهر الجغرافية البشرية وبالتالى تتعدد وتتنوع الرمور المستخدمة فى توزيعها على الخرائط الطبوغرافية ما بين رموز الموضع ورموز المساحة ورموز الخط بحسب نوع الظاهرة وطبيعة تواجدها فى المنطقة موضوع الخريطة .

وتهتم الخرائط الطبوغرافية بتوضيح الحدود السياسية الخارجية التى تفصل بين الدول . كما تهتم أيضاً ببيان الحدود الإدارية الداخلية التى تقسم الدولة إلى أقسام إدارية من محافظات ومراكز وقرى . ويستخدم رمز الخط النوعى على إختلاف صوره ما بين متصل ومتقطع وخطى نقطى للتمييز بين أنواع الحدود المختلفة .

تعتبر المحلات العمرانية من أهم الظواهر الجغرافية البشرية التى تظهر على الخرائط الطبوغرافية . وتظهر المحلات العمرانية من مدن وقرى على الخرائط

الطبوغرافية بإستخدام رمز المساحة النوعى حيث تظهر المدن كمساحة يحدها كردون المدينة بالإضافة إلى أهم الطرق الرئيسية ، كما تميز مساقط المبانى الحكومية ومبانى الخدمات الرئيسية ، وكذلك محطات السكك الحديدية وعقد الطرق البرية إن وجدت . أما مناطق السكن فإنها تظهر كوحدة مساحية واحدة تلون باللون الرمادى عادة . ويبص فى الخرائط الطبوغرافية على أوجه الإستخدام المدنى بالرمز النوعى ، بالإضافة إلى الكتابة المباشرة التى توضح نوع الإستخدام .

تمثل طرق النقل شرايين الربط بين مراكز التجمع السكانى من مدن وقرى ومن ثم فإن الخرائط الطبوغرافية توضح شبكات النقل بأنواعها البرى والحديدى والنهرى والموانىء البحرية والنهرية والجوية . وتظهر خطوط النقل البرى والحديدى على الخرائط الطبوغرافية بإستخدام رمز الخط النوعى مع التميز بين درجات الطرق البرية بإختلاف سمك الخطوط وألوانها ، وتميز أيضاً بينها وبين المسالك والدروب بإستخدام الخطوط المتقطعة والخطوط النقطية . وتظهر الخطوط الحديدية برمز الخط النوعى الذى يتميز بإتصاله وبماعليه من شرط متعامدة على الجانبين ، كما يفرق بين الخطوط المفردة وبين الخطوط المزدوجة للسكك الحديدية . أما عن الخطوط الملاحية النهرية فتوضحها شبكة التصريف النهرى وشبكات الرى والصرف . وتوضح الخرائط الطبوغرافية مواضع الكبارى والأهوسة والجسور التى تعبرها خطوط النقل أو تعترضها . وتظهر الموانىء البحرية والنهرية على الخرائط الطبوغرافية وقد تحددت منطقة الميناء بحد خارجى ، وتظهر أهم معالم الميناء ومبانيه الادارية والأرصفة ومسمياتها . أما عن المطارات فتظهر على الخرائط الطبوغرافية بإستخدام رمز الموضع النوعى التصويرى ليدل على موقع المطار .

وتهتم الخرائط الطبوغرافية أيضاً ببيان التوزيع الجغرافى للأراضى الزراعية بإستخدام رمز المساحة النوعى ، بالإضافة إلى اللون الأخضر تميز أحد أوجه إستخدام الأرض الرئيسية فى المنطقة موضوع الخريطة . كما توضح المناطق الصناعية الكبرى ، بإستخدام رمز الموضع النوعى مع الكتابة المباشرة لبيان نوع النشاط الصناعى . ويظهر على الخرائط الطبوغرافية أيضاً المناطق التجارية المهمة ومناطق الأسواق الكبرى بإستخدام رمز المساحة النوعى . كما تظهر

مناطق التزويج كالأندية الكبرى والمتنزهات العامة والشواطىء البحرية المستغلة فى سياحة الأصطياف ، وتهتم الخريطة الطبوغرافية أيضاً بيان مواقع المناجم والمحاجر وحقول البترول والغاز الطبيعى ، وتبرزها بإستخدام رموز الموضع النوعية . هذا بالإضافة إلى بيان المناطق العسكرية التى لا يترتب على توزيعها على الخرائط الطبوغرافية مساس بالأمن القومى .

وتبرز الخرائط الطبوغرافية فيما تبرز من ظواهر جغرافية بشرية الظواهر التاريخية . فيورع عليها المواقع الأثرية المهمة ويستخدم فى بيانها الرموز النوعية التصويرية تبعاً لطبيعة ونوع الأثر الموضح على الخريطة .

**دليل الخريطة الطبوغرافية :**

يتضح مما سبق أن الخريطة الطبوغرافية خريطة جامعة شاملة لعدد كبير من الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية ، تجمع بين العمومية وبين قدر مناسب من التفصيل . ويتطلب إنشاء مثل هذه الخرائط إستخدام عدد كبير من الرموز لتمثيل ما يوزع عليها من ظواهر ، ويجب أن تتصف هذه الرموز بالبساطة والصدق والتعبير فى آن واحد . ويفضل أن تكون الرموز مشابهة قدر الإمكان للظواهر التى ترمز إليها حتى يمكن قراءة الخريطة الطبوغرافية فى يسر وتفهم مدلول الظاهرة التى تعرض لها . ويرقى دليل الخريطة الطبوغرافية إلى أهمية الخريطة نفسها ، ويشغل حيزاً غير صغير من مساحة الخريطة . ويشتمل دليل الخريطة الطبوغرافية على كل ما يظهر عليها من رموز وعلامات إصطلاحية أو أخرى محلية . ومن المهم أن يكتب عنوان الخريطة ، وأن توضح عليها الأحداثيات تبعاً لمقياس الرسم المستخدم فى رسمها . ويجب أن يوضح موقع اللوحة الطبوغرافية من اللوحات الأخرى المجاورة لها والمكملة لإمتداد الظواهر المبينة عليها ، ويظهر ذلك على شكل كروكى يضم اللوحة واللوحات المجاورة وموضح على كل منها ترتيبها بالنسبة للنظام الاحداثى المستخدم . ( الأشكال أرقام ٦٠ ، ٦١ ، ٦٢ ، ٦٣ ) .

( شكل رقم ٦٠ )

نموذج لبعض الرموز المستخدمة فى إنشاء
خرائط الطبوغرافية

( شكل رقم ٦١ )

نموذج لبعض الرموز المستخدمة في إنشاء
الخرائط الطوغرافية

( شكل رقم ٦٢ )

نموذج لبعض الرموز المستخدمة فى إنشاء الخرائط الطبوغرافية

| | | |
|---|---|---|
| ١٢/١٨ | ١٢/٢٤ | ١٢/٣٠ |
| ٨/١٨ | ٨/٢٤ | ٨/٣٠ |
| ٤/١٨ | ٤/٢٤ | ٤/٣٠ |

موقع اللوحة الطبوغرافية من اللوحات المجاورة
مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠

| | | |
|---|---|---|
| ٨٩/٦٣٠ | ٨٩/٦٤٥ | ٨٩/٦٦٠ |
| ٨٨/٦٣٠ | ٨٨/٦٤٥ | ٨٨/٦٦٠ |
| ٨٧/٦٣٠ | ٨٧/٦٤٥ | ٨٧/٦٦٠ |

موقع اللوحة الطبوغرافية من اللوحات المجاورة
مقياس ١ : ٢٥٠٠٠

( شكل رقم ٦٣ )

**ثالثاً : الخرائط الطبوغرافية المصرية وفق النظام المليونى .**

يقصد بالنظام المليونى المتبع فى تنسيق الخرائط ذلك النظام الذى تم الإتفاق عليه عالمياً لإنتاج خرائط لكل دول العالم موحدة المقاييس والترميز والتنسيق والقطع . ذلك لأن الخرائط لغة دولية مفرداتها الرموز والألوان الإصطلاحية ، ولما لذلك من فائدة عامة .

ويتلخص أسلوب تنسيق الخرائط تبعاً للنظام المليونى فيما يأتى :

١ ــ على أساس محورين متعامدين أحدهما رأسى يمثل خط زوال ١٨٠° ويقع فى الغرب ، والثانى أفقى يتعامد عليه وينصفه ويمثل خط الإستواء ويتجه ناحية الشرق .

٢ ــ تم تقسيم خط زوال ١٨٠° وهو خط إبتداء النسق إلى أقسام متساوية يساوى كل منها أربع درجات عرضية إبتداء من المحور الأفقى ( خط الإستواء ) شمالاً حتى دائرة عرض ٧٦° ، وجنوباً حتى دائرة عرض ٦٠° . من نقط التقسيم تم رسم مواريات لخط الأستواء ، وتم تمييز الشرائح العرضية الناتجة بحروف هجاء لاتينية A-B-C تبدأ بالشريحة A إلى الشمال من خط الإستواء بترتيب الحروف حتى حرف S . وتبدأ بالشريحة A إلى الجنوب من خط الاستواء بترتيب الحروف حتى حرف O .

٣ ــ تم تقسيم خط الاستواء ( المحور الأفقى ) إلى أقسام متساوية كل منها يساوى ست درجات طولية إبتداء من المحور الرأسى أى خط زوال ١٨٠° فى إتجاه الشرق . من نقط التقسيم تم رسم موازايات لخط زوال ١٨٠° ( المحور الرأسى ) ، وتم تمييز الشرائح الطولية الناتجة بتسلسل الأعداد باللغة الإنجليزية إبتداء من رقم 1 وحتى رقم 60 .

٤ ــ تشكل المتواريات الأفقية مع المتوازيات الرأسية هيكل النظام المليونى على صورة شبكة من المستطيلات طول كل منها ست درجات عرضية ، وعرضه أربع درجات طولية . والمستطيلات مميزة حروف الهجاء والأرقام . وللتمييز بين المستطيلات إلى الشمال من خط

الاستواء تم تمييزها جميعاً بحرف N ، أما المستطيلات إلى الجنوب من خط الاستواء فقد تم تمييزها جميعاً بحرف S .

٥ ــ وعلى ذلك فإن الشريحة الأولى الرأسية تمير كل مستطيلاتها إلى الشمال من خط الاستواء على النحو الآتى :

NS1 ...... ND1 - NC1 - NB1 - NA1

وإلى الجنوب من خط الاستواء على النحو الآتى :

SO1 ...... SD1 - SC1 - SB1 - SA1

أما الشريحة الرأسية التى تلى الشريحة الأولى مباشرة شرقاً فتميز مستطيلاتها إلى الشمال من خط الاستواء على النحو الآتى :

NS2 ...... ND2 - NC2 - NB2 - NA2

وإلى الجنوب من خط الاستواء على النحو الآتى :

SO2 ...... SD2 - SC2 - SB2 - SA2

٦ ــ أما بالنسبة للشرائح الأفقية فإن الشريحة الأفقية الأولى تميز مستطيلاتها إلى الشرق من خط زوال ١٨٠° إلى الشمال من خط الاستواء على النحو الآتى :

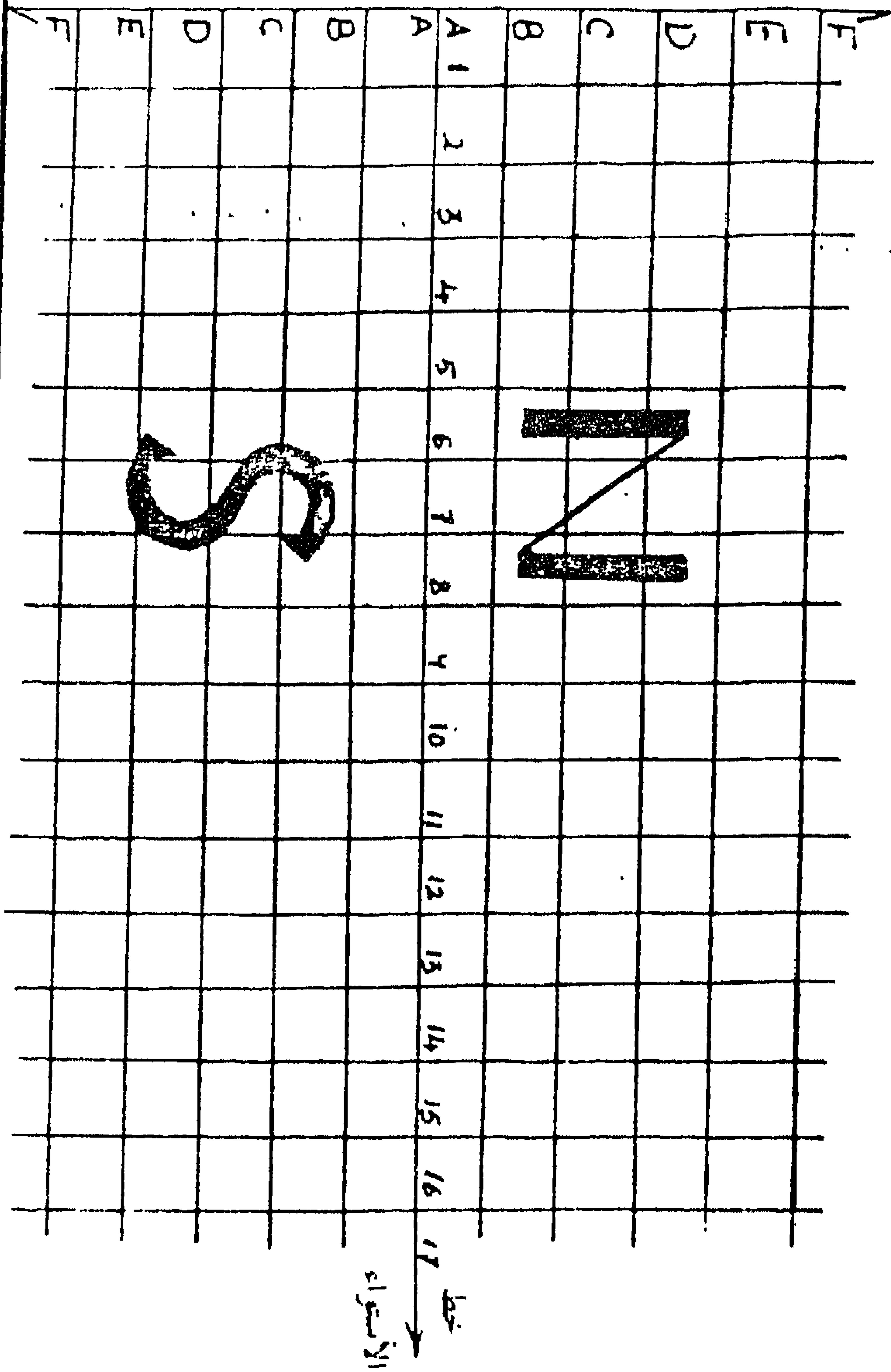
NA60 ...... NA4 - NA3 - NA2 - NA1

وإلى الجنوب من خط الاستواء على النحو الآتى :

SA60 ...... SA4 - SA3 - SA2 - SA1

ويوضح الشكل رقم ٦٤ الهيكل الأساسى للنظام المليونى كأساس لإنشاء الخرائط الدولية بالمقاييس المختلفة مع الإتفاق فى التنسيق والترميز . ( شكل رقم ٦٤ ) .

ويبدأ التنسيق للخرائط المليونية بالخريطة مقياس ١ : مليون وهى ضمن الخرائط العامة وتغطى منطقة تمتد ست درجات من درجات الطول ، وأربع درجات من درجات العرض . وينبثق عن هذه الخريطة أربعة خرائط بمقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠٠ تغطى كل خريطة منها منطقة تمتد ثلاث درجات من درجات الطول ، ودرجتين من درجات العرض . وتغطى كل خريطة ربع الخريطة المليونية ويرمز لكل ربع حسب موقعه بحروف لا تينية :




( شكل رقم ٦٤ )

الهيكل الأساسي للنظام المليوني

NE للربع الشمالي الشرقي ، SE للربع الجنوبي الشرقي
NW للربع الشمالي الغربي ، SW للربع الجنوبي الغربي .

وتنقسم الخريطة مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ إلى ستة خرائط بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠٠ تغطي كل خريطة منها درجة واحدة من درجات الطول ، ودرجة واحدة من درجات العرض . ومن ثم فإن الخريطة المليونية الواحدة ينشق منها أربع وعشرون خريطة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠٠ أي تنقسم الخريطة أفقياً إلى ستة أقسام متساوية ورأسياً إلى أربعة أقسام متساوية أيضاً وتميز بين الخرائط ربع المليونية المقياس هذه بحروف لا تينية تبدأ من الركن الجنوبي الغربي للخريطة المليونية على النحو الآتي :

الشريحة الأولى إلى الشرق من الربع الجنوبي الغربي من حرف A وحتى حرف F .
الشريحة الثانية التي تعلوها شمالاً من حرف G وحتى حرف L .
الشريحة الثالثة التي تعلوها شمالاً من حرف M وحتى حرف R .
الشريحة الرابعة والأخيرة شمالاً من حرف S وحتى حرف X .

وتدخل الخرائط ربع المليونية هذه ضمن الخرائط العامة أيضاً ، وتعرف بالخرائط العامة أيضاً ، وتعرف بالخرائط الدولية .

وتنقسم الخريطة ربع المليونية إلى أربعة أقسام يغطي كل قسم منها منطقة تمتد نصف درجة من درجات الطول ، ونصف درجة من درجات العرض تمثل خرائط بمقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ أي الخرائط الطبوغرافية المصرية الحديثة المرسومة وفق التنسيق المليوني العام . وترقم هذه الخرائط بأرقام باللغة الإنجليزية من رقم 1 إلى رقم 4 ويكون الترقيم إبتداء من الركن الجنوبي الغربي للخريطة ربع المليونية ، فترقم الخريطة الجنوبية الغربية برقم 1 ، والخريطة الجنوبية الشرقية برقم 2 ، والخريطة الشمالية الغربية برقم 3 ، والخريطة الشمالية الشرقية برقم 4 .

ويستحدث النظام المليوني نوعاً من الخرائط الطبوغرافية المصرية بمقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠ . حيث تنقسم الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ إلى أربعة خرائط كل منها تغطي منطقة تمتد ربع درجة من

درجات الطول، وربع درجة من درجات العرض بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠ وترقم هذه الخرائط الطبوغرافية إبتداء من الركن الجنوبى الغربى للخريطة بحروف هجاء اللغة الإنجليزية من حرف a وحتي حرف d. فتميز الخريطة الجنوبية الغربية بحرف a، والخريطة الجنوبية الشرقية بحرف b، والخريطة الشمالية الغربية بحرف c، والخريطة الشمالية الشرقية بحرف d.

وتنقسم الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ بدورها إلى أربع خرائط كل منها تغطى سبع دقائق ونصف دقيقة من درجات الطول، وسبع دقائق ونصف دقيقة من درجات العرض وبمقياس ١ : ٢٥٠٠٠ وتميز بأرقام إنجليزية من 1-4 ذات حجم صغير، إبتداء من الركن الجنوبى الغربى للخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠. فتحمل الخريطة الجنوبية الغربية رقم 1، والخريطة الجنوبية الشرقيةرقم 2، والخريطة الشمالية الغربية رقم 3 والخريطة الشمالية الشرقية رقم 4. (شكل رقم ٦٥).

وتهتم الخرائط الطبوغرافية المصرية الحديثة وفق النظام المليونى بمقاييسها الثلاثة ١ : ١٠٠٠٠٠، ١ : ٥٠٠٠٠، ١ : ٢٥٠٠٠ بتوزيع الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية.

| | |
|---|---|
| NW | NE |
| SW | SE |

الخريطة المليونية والخرائط نصف المليونية

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| S | T | U | V | W | X |
| M | N | O | P | Q | R |
| G | H | I | J | K | L |
| A | B | C | D | E | F |

الخريطة المليونية والخرائط ربع المليونية

| | |
|---|---|
| 3 | 4 |
| 1 | 2 |

الخريطة ربع المليونية والخرائط الطبوغرافية
مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠

| | |
|---|---|
| c | d |
| a | b |

الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠
والخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠

| | |
|---|---|
| 3 | 4 |
| 1 | 2 |

الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠
والخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠

الخريطة الطبوغرافية
مقياس ١ : ٢٥٠٠٠

( شكل رقم ٦٥ )

تنسيق الخرائط وفق النظام المليوني الدولي

## الفصل الخامس

# خرائط الطقس والمناخ والنبات الطبيعي

أولاً : خرائط الطقس .

ثانياً : الخرائط المناخية .

ثالثاً : خرائط الأقاليم المناخية .

رابعاً : خرائط النبات الطبيعى .

# خرائط الطقس والمناخ والنبات الطبيعي

يقصد بخرائط الطقس والمناخ الخرائط التي تتوزع عليها الأرصاد والقياسات الخاصة بعناصر الجو المختلفة . وتنقسم هذه الخرائط إلى قسمين رئيسيين ، يهتم القسم الأول بوصف حالة الجو وقتياً أو لفترة محدودة من الوقت وتعرف بخرائط أو لوحات الطقس . على حين يهتم القسم الثاني بتحليل وتعديل الأرصاد الجوية على إمتداد فترة زمنية تسمح ببيان الصفة الغالبة على عنصر أو أكثر من عناصر الجو . ومن الممكن أن نميز بين عدد من الخرائط التي تبرز الأحوال الجوية الوقتية أو السائدة إلى الأقسام الآتية :

١ ـــ لوحات الطقس .
٢ ـــ الخرائط المناخية .
٣ ـــ خرائط الأقاليم المناخية .

## أولا : خرائط الطقس

توضح خرائط الطقس الظروف الجوية فوق الحيز الجغرافي موضوع الخريطة في وقت تسجيل البيانات والأرصاد الجوية على الخريطة ، ومنها ما يوضح حالة الجو منذ بضع ساعات قليلة . وعلى هذا فإن لوحة الطقس لوحة متغيرة ومتجددة تتغير بياناتها الموزعة عليها على فترات قصيرة خلال الأربع والعشرين ساعة . ويرتبط إنشاء خرائط الطقس بعدد وتوزيع محطات الرصد الجوى في المنطقة الموضحة على الخريطة وبمحطات الرصد الأخرى في المناطق المحيطة التي تؤثر ظروف الجو بها على ظروف الجو في المنطقة المبينة على خريطة الطقس تأثيراً مباشراً أو غير مباشر . وتعتمد خريطة الطقس على خريطة أساس توضح الحيز المكاني وموقعه الفلكي بالنسبة لدوائر العرض وخطوط الطول وتتعدى حدود الخريطة حدود الحيز المكاني الذي توضحه لتشمل منطقة كبيرة تمثل حيز التأثير والتأثر بظروف الجو بين منطقة الخريطة والمناطق الأخرى المحيطة بها . ويقسم العالم إلى عدد من المناطق الكبرى مميزة

تمييزاً رقمياً على ضوء العلاقة المتبادلة فى ظروف الجو داخل حدود كل منطقة وموقع على الخريطة مواقع محطات الرصد الجوى على إمتداد منطقة النفوذ المناخى إذا جاز هذا التعبير . وترتبط هذه المحطات جميعاً بنظام إتصال سلكى ولا سلكى وأحياناً عن طريق وسائل الإتصال الفضائية ، ويتم عن طريق شبكة الإتصالات هذه التبادل الوقتى للأرصاد والقياسات الخاصة بعناصر الجو المختلفة فى كل محطة للرصد الجوى مع بقية المحطات الأخرى داخل منطقة النفوذ الموقعة على خريطة الأساس . ويقوم الكارتوجرافى بتوقيع بيانات وقياسات العناصر الجوية على خريطة الأساس بإستخدام عدد من الرموز الإصطلاحية على جميع المحطات الموقعة على خريطة الأساس والتى بثت أرصادها الجوية عبر شبكة الإتصالات التى تربط بينهم .

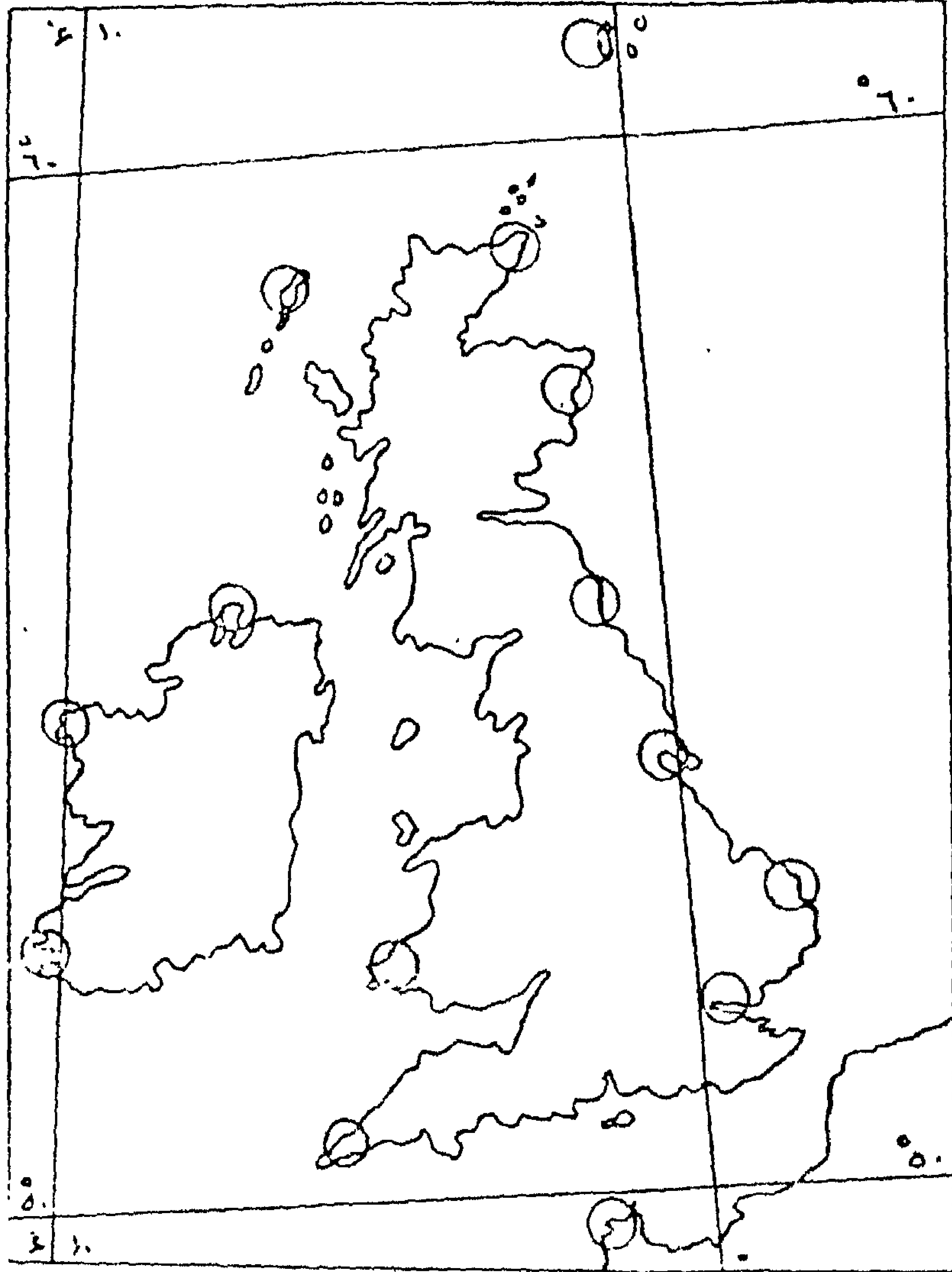
## الرموز المستخدمة فى لوحات الطقس

تمثل لوحة الطقس صورة صادقة لحالة الجو ولجميع عناصره ومن ثم تتنوع الرموز المستخدمة فى إنشائها . ولا بد لقارىء لوحة الطقس أن يكون ملماً بكل أنواع الرموز أو أن يكون لديه دليل رموز عناصر الجو المتفق عليها . وفيما يلى عرض موجز للرموز التى تستخدم فى إنشاء لوحات الطقس ومدلول كل منها .

### ١ ــ محطات الرصد الجوى :

توزع محطات الرصد الجوى العاملة داخل حدود المنطقة الموضحة على خريطة الأساس برمز الموضع النوعى على صورة دائرة مفرغة بقطر مناسب توقع فى موضعها على الخريطة بحيث يكون مركزها عند نقطة تقاطع دائرة عرض موقعها مع خط الطول الذى يمر بها . وعادة ما تكون هذه الرموز مطبوعة على خريطة الأساس التى يطبع منها أعداد كبيرة نظراً لأن محطة الرصد الجوى تخرج لوحة جديدة كل ٢٤ ساعة ، وأحياناً كل ١٢ ساعة وهناك بعض المحطات تخرج لوحة كل ٦ ساعات . ومحطات الرصد الجوى تعرف برقم كودى دولى ثابت مسجل ضمن جدول دولى موضح فيه اسم المحطة ورقمها

الدولى وأحداثياتها الفلكية ومستويها عن مستوى المنارة وأونت لرصد حسب التوقيت العالمى . ( شكل رقم ٦٦ ) .




( شكل رقم ٦٦ )
خريطة أساس موقع عليها محطات
الأرصاد الجوية

٢ ـ درجة الحرارة :

توزع درجات الحرارة على لوحات الطقس كتابة بالأرقام . ويكتب الرقم الذى يدل على درجة الحرارة المسجلة عند محطة الرصد بالتقدير المئوى أو بالتقدير الفهرنهيتى بجوار الرمز الخاص بكل محطة رصد موزعة على خريطة الأساس .

٣ ـ الضغط الجوى :

يوزع عنصر الضغط الجوى على خريطة الأساس بإستخدام رمز الخط الكمى ، فترسم على لوحات الطقس خطوط الضغط المتساوى . وترسم خطوط الضغط المتساوى من واقع الأرصاد الجوية بنفس أسلوب إنشاء خطوط التساوى الأخرى ( الطريقة التقريبية ، الطريقة الحسابية ، النسبة والتناسب ، المثلث الشفاف ، الخطوط المتوازية ) . ويستخدم فى رسم خطوط الضغط المتساوى فاصل ثابت كل ١ أو ٢ أو ٣ أو ٤ ملليبار حسب ما يسمح به مقياس الرسم ومدى تقارب الخطوط والذى يرتبط بدرجة إنحدار الضغط الجوى . وترسم خطوط الضغط الجوى باللون الأسود أو اللون الأزرق ويكتب على كل خط مقدار الضغط الجوى الذى يمثله . كما تسجل قيم الضغط الفعلية فى كل محطة من محطات الرصد الجوى الموقعة على خريطة الأساس كتابة . ويسجل على لوحات الطقس التغير الذى طرأ على الضغط الجوى فى الثلاث ساعات السابقة لوقت الرصد حتى يمكن متابعة التغير لما فى ذلك من أهمية عند التنبؤ بحالة الجو فى الساعات القليلة التالية لوقت الرصد . ويوضح التغير فى إتجاه الضغط الجوى برموز خاصة توضح الإرتفاع أو الإنخفاض فى قراءات الضغط الجوى . ( شكل رقم ٦٧ ـ أ ) .

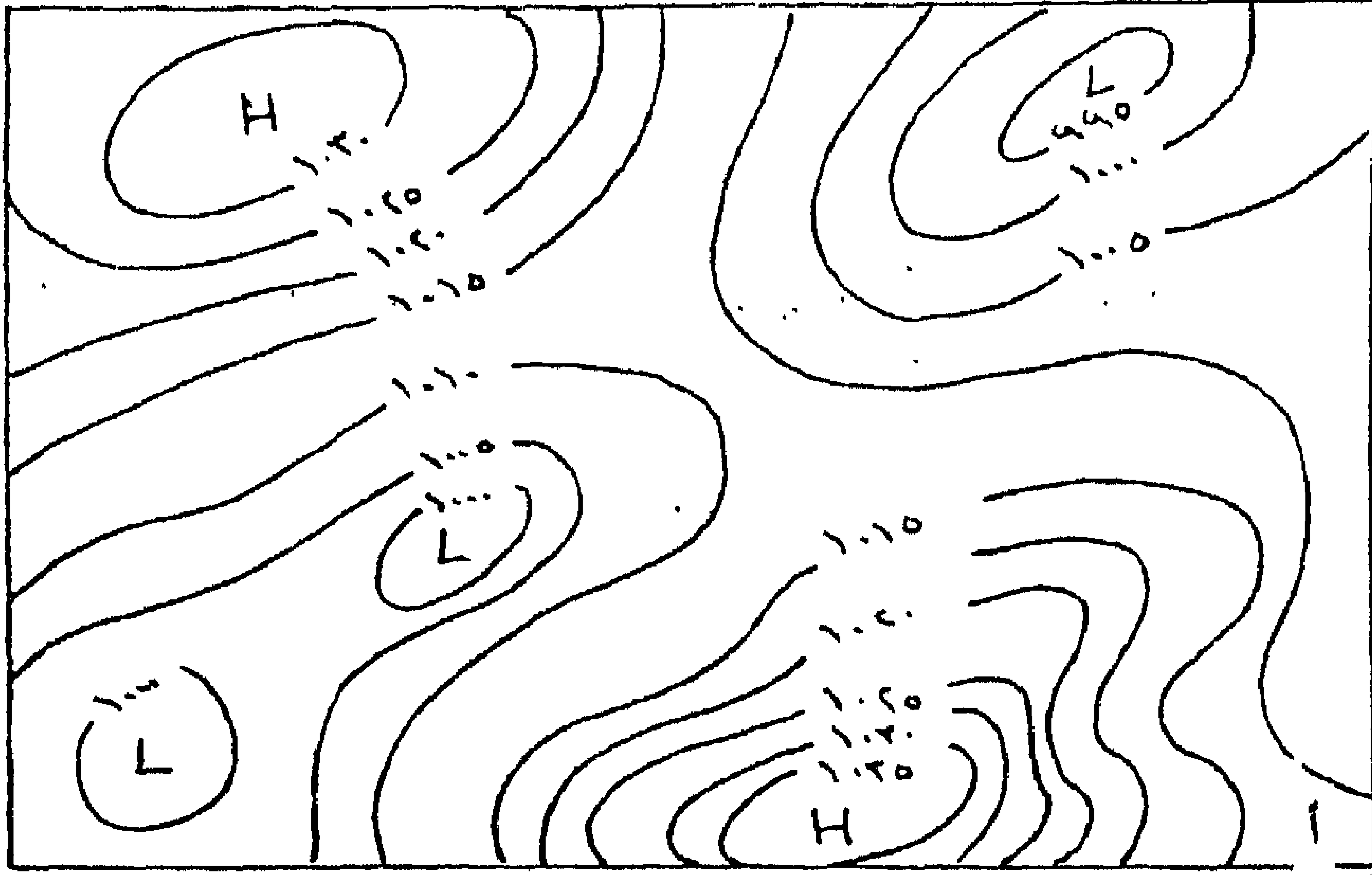
٤ ـ الإرتفاع والإنخفاض الجوى :

ترتبط أحوال الطقس بحالة الضغط الجوى ، وعادة ما تكون أحوال الطقس المصاحبة للإرتفاع الجوى متسمة بالإعتدال ، على حين تتصف الأحوال الجوية المصاحبة للإنخفاض الجوى بالإضطراب . ومن ثم فأنه من المهم بيان مراكز الضغط المرتفع والمنخفض على لوحات الطقس لما لذلك من أهمية فى التنبؤ بحالة

الجو المتوقعة خلال الفترة القصيرة القادمة . وتظهر خطوط الضغط المتساوى المرسومة على لوحات الطقس إتجاه الضغط الجوى المتزايد . والمتناقص بإعتبار أن خط الضغط الجوى ١٠١٣ ملليبار يعد بداية التغير فى قيم الضغط الجوى ، وعادة ما يرتفع الضغط الجوى فى مراكز الضغط الجوى المرتفع إلى ١٠٣٥ — ١٠٤٠ ملليباراً ويميز مركز الضغط المرتفع بالحرف اللاتينى H . على حين ينخفض الضغط الجوى فى مركز الضغط الجوى المنخفض إلى أقل من ١٠١٣ ملليباراً وكلما زاد التناقص كلما كان المنخفض الجوى عميقاً وكلما زادت حالة الجو المصاحب إضطراباً وسوءاً ، ويميز مركز الضغط الجوى المنخفض بالرمز اللاتينى L . ويرتبط تغيير الأحوال الجوية والظروف المصاحبة للمرتفع الجوى أو المنخفض الجوى بشدة إنحدار الضغط الجوى الذى يستدل عليه من تقارب خطوط الضغط المتساوى الذى يدل على سرعة التغير ، على حين يدل تباعدها على بطء التغير . ( شكل رقم ٦٧ أ — ب ) .

**٥ — الجبهات الهوائية :**

يؤدى التغير فى الضغط الجوى وفى توزيعاته على سطح الأرض إلى تحرك الجبهات الهوائية من مناطق نشأتها بخصائصها إلى مناطق أخرى تختلف عنها فى الخصائص المناخية لا سيما فى درجة الحرارة . وينشأ عن إلتقاء كتلتان هوائيتان مختلفتان فى خصائصهما الحرارية سطح يعرف بالجبهة الهوائية . ويفصل هذا السطح فيما بين نوعين متباينين من الكتل الهوائية ، ويمتد رأسياً بميل نحو القطب ، ويزداد هذا الميل طردياً بالبعد عن الدائرة الإستوائية نتيجة لحركة الأرض حول محورها . وتعد هذه الجبهات سبباً مباشراً فى تكون الأعاصير والمنخفضات الجوية فى المناطق المعتدلة ، ويعزى لها تكون الزوابع فى المناطق المدارية . وتؤثر هذه الأعاصير وتلك الزوابع تأثيراً واضحاً فى حالة الجو فى المناطق التى تمر بها فى مسالكها . وتوضح الجبهات الهوائية الدفيئة والباردة ، والثابتة والممتلئة برموز خطية نوعية إصطلاحية على لوحات الطقس ، وتميز باللون إلى جانب الرمز الأزرق للجبهات الباردة ، والأحمر للجبهات الدفيئة ، واللونين الأزرق والأحمر للجبهات الثابتة ، وأخيراً اللون البنفسجى للجبهات الممتلئة ( شكل رقم ٦٨ ) .




خطوط الضغط المتساوى ومناطق الإرتفاع والإنخفاض

| | |
|---|---|
| إرتفاع ثم إنخفاض | هبوط ثم إرتفاع |
| إرتفاع ثم ثبات | هبوط ثم ثبات |
| إرتفاع غير منتظم | هبوط غير منتظم |
| إرتفاع مفاجىء | هبوط مفاجىء |

بعض الرموز المستخدمة على لوحات الطقس لبيان التغير فى حالة الضغط الجوى فى الساعات القليلة السابقة

ب

( شكل رقم ٦٧ )

## ٦ ــ الرياح :

ينتج عن التباين فى درجات الحرارة على المناطق المختلفة على سطح الأرض تباين فى الضغط الجوى ، يترتب عليه هبوب الرياح من مناطق تمركز الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض حاملة معها خصائص المناطق التى تهب منها والتى تمر عليها . وتزداد سرعة الرياح تبعاً لمقدار الفرق بين كل من الضغط المرتفع وبين الضغط المنخفض ، وتبعاً لشدة إنحدار الضغط الجوى . ويؤثر فى إتجاه الرياح وسرعتها عوامل أخرى إلى جانب عامل إختلاف وتباين الضغط الجوى منها التضاريس وطبيعة الأسطح التى تمر عليها وأثر الإحتكاك ، بالإضافة إلى تأثير حركة دوران الأرض حول محورها وما يترتب عليه من إنحراف فى إتجاهات الرياح أو ما يعرف بقانون فرل أو بقاعدة كوريللى . ويؤثر النسق اليومى لدرجة الحرارة ودورتها اليومية فى حركة الرياح السطحية وسرعاتها .

وتسجل المراصد المختلفة سرعة الرياح وإتجاهها خلال ساعات اليوم تبعاً لوقت الرصد ، ومن ثم فإن الرياح تمثل على خرائط ولوحات الطقس بما يوضح كلا من السرعة والإتجاه لما لذلك من أهمية فى الحياة اليومية . ويوقع إتجاه الرياح على لوحات الطقس بخط نوعى يدل على الإتجاه الذى تهب منه الرياح فى وقت الرصد بالنسبة لمركز الدائرة التى تمثل موقع محطة الأرصاد الجوية على اللوحة وتبعاً للإتجاهات الأصلية . وتبين السرعة تبعاً لتقسيم بوفورت للرياح حسب سرعاتها إبتداء من الهواء الساكن وحتى العواصف الإعصارية بعلامات ترسم فى نهاية الخط الذى يدل على الإتجاه ولكل علامة قمية كمية متعارف عليها ، وتتم قراءة الرمز بعد هذه العلامات وحساب المجموع الرقمى الذى تدل عليه بالكيلومترات . ( شكل رقم ٦٩ ) .

| | | |
|---|---|---|
| جبهة باردة على سطح الأرض | أزرق متصل | |
| جبهة باردة مرتفعة | أزرق غير متصل | |
| جبهة دفيئة على سطح الأرض | أحمر متصل | |
| جبهة دفيئة مرتفعة | أحمر غير متصل | |
| جبهة ثابتة على سطح الأرض | خطين أحمر وأزرق | |
| جبهة ثابتة مرتفعة | خطين أحمر وأزرق | |
| جبهة ممتلئة على السطح | بنفسجي متصل | |
| جبهة ممتلئة مرتفعة | بنفسجي غير متصل | |
| جبهة باردة ممتلئة | أزرق ميلو بنفسجي | |
| جبهة دفيئة ممتلئة | أحمر يعلو بنفسجي | |
| جبهة ممتلئة على سطح الأرض | خطين بنفسجي | |
| إتجاه تحرك الجبهة | إتجاه الجبهة | ← |

( شكل رقم ٦٨ )

الرموز الخاصة بتوزيع الجبهات على خرائط الطقس

| | |
|---|---|
| ٠ ـ ١ كم | هواء ساكن |
| ٢ ـ ٦ | هواء خفيف |
| ٧ ـ ١٢ | نسيم لطيف |
| ١٣ ـ ١٨ | نسيم خفيف |
| ١٩ ـ ٢٦ | نسيم معتدل |
| ٢٧ ـ ٣٥ | نسيم منعش |
| ٣٦ ـ ٤٤ | نسيم قوى |
| ٤٥ ـ ٥٤ | رياح معتدلة |
| ٥٥ ـ ٦٥ | رياح شديدة |
| ٦٦ ـ ٧٧ | رياح هوجاء |
| ٧٨ ـ ٩٠ | رياح عاتية |
| ٩١ ـ | عواصف |

( شكل رقم ٦٩ )

الرموز الخاصة بتوزيع الرياح إتجاه وسرعة
على خرائط الطقس

٧ ــ العواصف :

تحدث العواصف نتيجة لزيادة التباين فى قيم الضغط الجوى ما بين مرتفع ومنخفض ونتيجة لزيادة عمق الضغط الجوى فى مراكز الأعاصير والمخفضات الجوية فى المناطق المعتدلة ، وفى المناطق المدارية على السواء . وتزداد سرعة الرياح وتشتد بحيث تشكل خطورة على الملاحة إذا ما حدثت فوق المسطحات البحرية ، على حين تقتلع الظواهر البشرية فى المدن كأعمدة الإنارة والبرق وبعض المنشآت . ويصبح للرياح العاصفة القدرة على حمل ذرات الغبار فى الأراضى الجافة ذات الأسطح الارسابية الهيكلية أو المفككة ، وقد تزداد سرعة الرياح لتصبح قادرة على حمل ذرات الرمال الخشنة ، وأحياناً دفع الحصى . ويترتب على العواصف الترابية هذه إنخفاض الرؤية إلى مدى كبير إلى جانب تلوث الهواء فى المناطق التى تهب عليها بما تحمله من غبار تنقله عبر مسافات طويلة ، ومثال ذلك ما يحدث عند هبوب الرياح المحلية المصاحبة للإنخفاضات والأعاصير الجوية .

ويصاحب التساقط من سحب المزن الركامى حدوث ظاهرة عواصف البرق والرعد نتيجة لأن سحب المزن الركامى كبيرة السمك ويرتبط تكوينها بصعود التيارات الهوائية إلى أعلى وإضطراب شديد فى أحوال الجو . ويترتب على صعود التيارات الهوائية ومعها بعض قطرات الأمطارالتىتنقسموينتجعن إنقسامها تولد شحنات كهربائية موجبة وسالبة لا تلبث أن تحدث ما يعرف بالتفريغ الكهربائى وما ينتج عنه من شرارة كهربائية هى البرق ، وتمدد فجائى فى الهواء ينتج عنه الرعد . وتمثل عواصف البرق والرعد على لوحات الطقس بإستخدام رموز موضع تدل على حدوث هذه الظاهرة وقت الرصد وأيضاً نوع التساقط المصاحب لها من مطر أو ثلج أو منهما معاً . ( شكل رقم ٧٠ ر ) .

٨ ــ الضباب والرذاذ :

يعد الضباب أحد مظاهر عملية التكاثف قريباً من سطح الأرض ، ويتنوع الضباب تبعاً للظروف المصاحبة لنشأته . ومن أنواعه ما يتلاشى بمجرد شروق الشمس لفترة قصيرة ، ومنه ما يبقى لعدة أيام ويزداد حدوث الضباب فى

| | |
|---|---|
| عاصفة ترابية | عاصفة رعدية ومطر |
| عاصفة ترابية تخف | عاصفة رعدية |
| عاصفة ترابية مستمرة | رعد ومطر |
| عاصفة ترابية تتزايد | عاصفة رعدية |
| عاصفة رملية شديدة | عاصفة رعدية مع برد |
| إتجاه العاصفة | رعد مصحوب بثلج |
| عاصفة شديدة منخفضة | عاصفة رعدية |
| عاصفة شديدة مرتفعة | عاصفة رعدية |
| عاصفة شديدة منخفضة | عاصفة رعدية ترابية |
| عاصفة شديدة مرتفعة | عاصفة رعدية شديدة |

( شكل رقم ٧٠ )

الرموز الخاصة بتوزيع العواصف على خرائط الطقس

المناطق الساحلية فى شرق وغرب القارات ، على حين يندر حدوثه فى الأراضى الجافة فى داخل القارات . ويترتب على حدوث هذه الظاهرة أضرار بالغة إذا ما كان من النوع الكثيف أو من النوع الذى يستمر لفترة طويلة خاصة بالنسبة لحركة النقل بأنواعه الجوى والبحرى والبرى . ويعد الضباب مفيداً فى توفير قدر من الرطوبة فى الأراضى الجافة تسمح بوجود قدر من النبات الطبيعى ، وأحياناً ما يعمد على الضباب فى توفير بعض إحتياجات النباتات المزروعة . ويمثل الضباب والرذاذ على لوحات الطقس بإستخدام علامات توقع عند موقع محطة الرصد الجوى تدل على حدوث هذه الظاهرة ، وكذلك كثافته ومدى الرؤية التى يتيحها وجوده ، وطبيعة الرذاذ العالق بالهواء . شكل رقم ٧١ ) :

**٩ ــ السحب :**

تمثل السحب بأنواعها المختلفة مظهراً من مظاهر التكاثف بعيداً عن سطح الأرض . وتصنف السحب تبعاً للإرتفاع إلى ثلاثة أنواع هى السحب المنخفضة ، والسحب متوسطة بالإرتفاع ، والسحب المرتفعة . ويضم كل نوع من هذه الأنواع مجموعة من السحب لكل منها خصائصه المميزة من حيث الشكل ومن حيث كثافتها وما تشغله من حيز السماء فوق محطة الرصد ، ومن حيث ما يترتب عليها من ظواهر مثل التساقط ونوعه وعواصف البرق والرعد . كما تشير أنواع السحب المتواجدة فى سماء محطة الرصد إلى الظروف الجوية المحتملة والمتوقعة .

وتوزع السحب على لوحات الطقس بحيث تظهر مدى ما تغطيه من سماء منطقة محطة الرصد وذلك بتقسيم دائرة موقع المحطة إلى عشرة أقسام تمثل القبة السماوية فوق محطة الرصد . ويتم تقدير كمية السحب فى السماء وتظليل الجزء المقابل على الدائرة ليدل على كمية السحب المتواجدة فى وقت الرصد .

وتستخدم رموز موضع تصويرية لتدل على نوع السحاب ومدى إرتفاعه توقع إلى جانب محطة الرصد على لوحة الطقس تمكن من التعرف على الخصائص المصاحبة لكل نوع من أنواع السحاب من السمحاق أو الركامى أو

الطباق أو المزن ، وما يحدث فى أنواعها وإرتفاعاتها من تغير ( شكل رقم ٧٢ ) .

**١٠ ــ التساقط :**

يوضح على لوحات الطقس نوع التساقط الذى يسجل فى وقت الرصد وصورته إن كان على هيئة مطر ، أو كان على صورة ثلج ، أو كان من مطر وثلج معاً . كما يوضح مدى كثافة التكاثف وعرارته . ونستخدم رموزاً إصطلاحية لبيان نوع التكاثف وكثافته توقع على لوحة الطقس بجوار الدائرة التى تمثل محطة الرصد الجوى . ( شكل رقم ٧٣ ) .

| الضباب | | الرذاذ | |
|---|---|---|---|
| | ضباب ومدى الرؤية أقل من كيلومتر واحد | | رذاذ خفيف |
| | ضباب متوسط يخف | و | رذاذ خفيف غير مستمر |
| | ضباب كثيف يخف | و و | رذاذ خفيف مستمر |
| | ضباب تتزايد كثافته ويحجب السماء | | رذاذ متوسط غير مستمر |
| | ضباب يتزايد ولا يحجب السماء | | رذاذ متوسط مستمر |
| | ضباب مستقر لا يحجب السماء | | رذاذ غزير متقطع |
| | ضباب مستقر يحجب السماء | | رذاذ غزير مستمر |
| | ضباب يتزايد سمكه ولا يحجب السماء | | رذاذ مع ضباب |
| | ضباب يتزايد سمكه ويحجب السماء | | رذاذ خفيف مع مطر |
| | ضباب مبعثر | | رذاذ غزير مع مطر |

( شكل رقم ٧١ )

الرموز الخاصة بتوزيع صور التكاثف قريباً من سطح الأرض على خرائط الطقس

| | |
|---|---|
| أولاً السحب المنخفضة | |
| ركام بسيط | ركام على شكل صموف |
| ركام كثيف منتفخ | ركام من قمم |
| ركام مزنى | ركام مندمج وطبقى |
| ركام طبقى | ركام قلاعى |
| طبقة ركام طبقى | ركام طبقى متراكب |
| سحب منخفضة متقطعة | ثالثاً : السحب المرتفعة . |
| ركام بسيط مع طبقى | سمحاق رقيق مبعثر |
| ركام مزنى وطبقى | سمحاق رقيق غير طبقى |
| ركام كثيف متقطع | سمحاق كثيف سندانى |
| السماء صحو | سمحاق خطافى الشكل |
| ثانياً : السحب متوسطة الإرتفاع : | سمحاق طبقى < ٤٥° |
| طبقى رقيق | سمحاق طبقى > ٤٥° |
| طبقى سميك | سمحاق طبقى يغطى السماء |
| ركام رقيق | سمحاق طبقى لا يغطى السماء |
| ركام لوزى الشكل | سمحاق ركامى مندمج |

( شكل رقم ٧٢ )
الرموز الخاصة بتوزيع أنواع السحب المختلفة
على خرائط الطقس

| المطر | الثلج |
| --- | --- |
| مطر خفيف | ثلج |
| مطر خفيف ومتقطع | نتف ثلجية خفيفة |
| مطر خفيف ومستمر | نتف ثلجية مستمرة |
| مطر متوسط ومتقطع | نتف ثلجية متوسطة |
| مطر متوسط مستمر | نتف ثلجية متوسطة مستمرة |
| مطر غزير متقطع | نتف ثلجية غزيرة |
| مطر غزير مستمر | نتف ثلجية غزيرة مستمرة |
| مطر مع ضباب | ثلج مع ضباب |
| مطر متوسط مع ثلج | كرات ثلجية صغيرة |
| مطر غزير مع ثلج | ثلج شفاف بلورى |

( شكل رقم ٧٣ )

الرموز الخاصة بتوزيع المطر على خرائط الطقس

# أهمية خرائط الطقس

تمثل خرائط الطقس سجلاً للظروف والأحوال الجوية السائدة فى الحيز الجغرافى يضم كل عناصر الجو ، ويوضح كل التغيرات اليومية التى تحدث ، وتسجل الحالات الشاذة التى لا توضحها الخرائط المناخية العامة . ويمكن النظام الدولى المتبع فى تبادل لوحات الطقس بين المراكز الجوية المختلفة داخل حدود منطقة ظهير الدولة وحيز التأثير والتأثر من تكوين صورة كاملة عن أحوال الجو المحيطة كما تعين الآن الصور الفضائية على إكتمال هذه الصورة .

وتعتبر لوحات الطقس ذات أهمية خاصة فى مجال التنبؤ بحالة الجو لفترة مستقبلية وما لذلك من أثر بالغ على الحياة اليومية للإنسان وعلى أوجه نشاطه المختلفة . فمعرفة أحوال الطقس المتوقعة تهيء للإنسان الإستخدام الأمثل لمؤارده وأن يستعد لمواجهة الظروف الجوية المحتملة خاصة فى مجال النقل الجوى بصفة خاصة وما تشكله أحوال الطقس ومدى معرفتها من أهمية فى تحقيق الأمان الجوى . كذلك الحال بالنسبة للملاحة الساحلية وأعمال الصيد ، وكذلك طبيعة الحركة على الطرق البرية والإستعدادات الواجبة لضمان الأمان على الطرق تحت ظروف الطقس غير المواتية .

ويعتبر التعرف على حالة الجو المتوقعة من الأمور المهمة أيضاً فى مجال الزراعة والتنبؤ بحدوث بعض الظواهر التى قد تؤثر سلبياً على إنتاج الزراعة والتحسب لها ، أو الظروف المناسبة وحسن استغلالها . ولخريطة الطقس أهميتها فى مجال النشاط السياحى أيضاً وتحديد الأوقات الأنسب للنشاط السياحى ، وإستبعاد الأوقات التى يسودها الطقس المضطرب غير المناسب .

وتعتبر لوحات الطقس وأحواله الحالية والمتوقعة مهمة جداً فى مجال أبحاث الفضاء وإطلاق مركباته إلى الفضاء الخارجى ، وفى المجال العسكرى لتحديد الأوقات المناسبة لعمليات التدريب أو المناورات أو الهجوم .

وتتضح أهمية لوحات الطقس فى الدراسات الجغرافية المناخية إذ تعتبر أساساً لتحديد الظروف المناخية السائدة على إمتداد مساحة زمنية طويلة ، وتوضح الصفة الغالبة على الأحوال الجوية وكذلك الخصائص المميزة لاقليم الدراسة

والظواهر الخاصة التى تحدث على فترات متباعدة ذلك لأن خريطة الطقس تسجل كل ما يطرأ على الجو من تغير وتوضح جميع عناصر الحو التى لا توضحها الخرائط المناخية التى تهتم بالعناصر الأساسية التى لها صفة الإستمرار .

## ثانياً : الخرائط المناخية

تعتبر الخرائط المناخية من الخرائط الجغرافية المهمة التى توضح الظروف المناخية السائدة فى العالم ككل أو فى قارة من قارات العالم ، أو من إقليم من أقاليم العالم الجغرافية الكبرى ، أو داخل حدود دولة معينة أو فى حيز جغرافى محدود المساحة . وتوضح الخرائط المناخية عناصر المناخ الأساسية درجة الحرارة والضغط الجوى والرياح والتساقط ، وقد تختص الخريطة المناخية بعنصر واحد من هذه العناصر أو أن تجمع بين عنصرين منهما أو أكثر بينهما علاقة تؤثر مباشرة فى النشاط البشرى .

وتعتمد الخرائط المناخية فى مادتها العلمية على المعدلات للأرصاد الجوية لعناصر الطقس خلال فترة طويلة من شأنها أن توضح الصفة الغالبة على عناصر الجو السائدة . وتعتبر الخرائط المناخية خرائط عامة تستخدم فى الوصف والتحليل والتعليل والربط ومن ثم فإن ما يوزع عليها من قيم يخضع لعدد من التعديلات يمكن من صحة المقارنة ويتيح الربط بين المناطق المختلفة ، وييسر الإستقرار والإستنتاج .

### ١ ــ الخرائط المناخية لعنصر الحرارة :

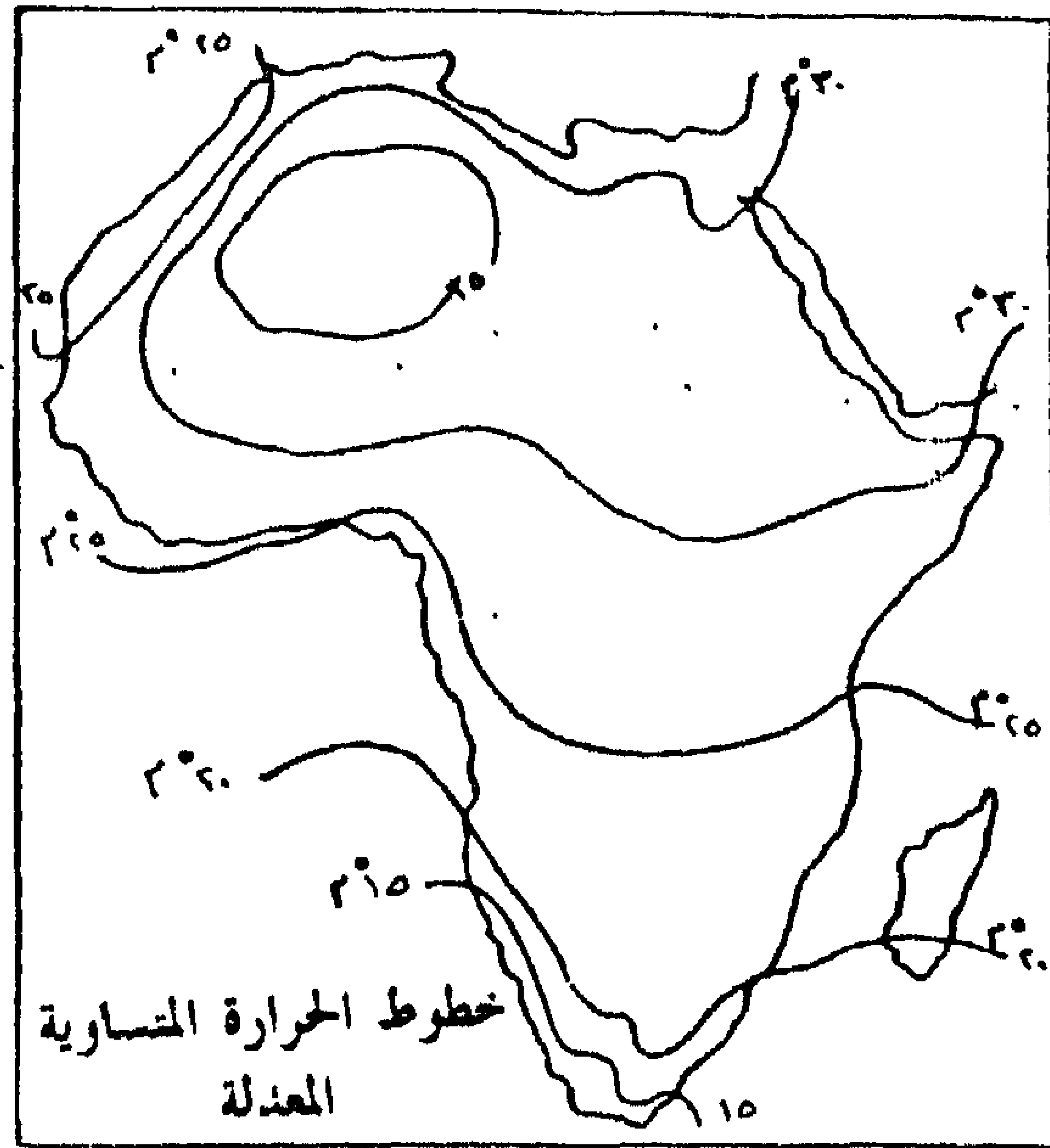
توضح هذه الخرائط المتوسطات الشهرية أو الفصلية أو السنوية لدرجة الحرارة ، أو توضح معدلات درجات الحرارة خلال مدة طويلة من الزمن . ويستخدم رمز الخط الكمى فى توزيع هذه الظاهرة بخطوط الحرارة المتساوية التى ترسم على الخرائط لتربط بين المناطق التى تتساوى فى متوسطاتها أو فى معدلاتها الحرارية .

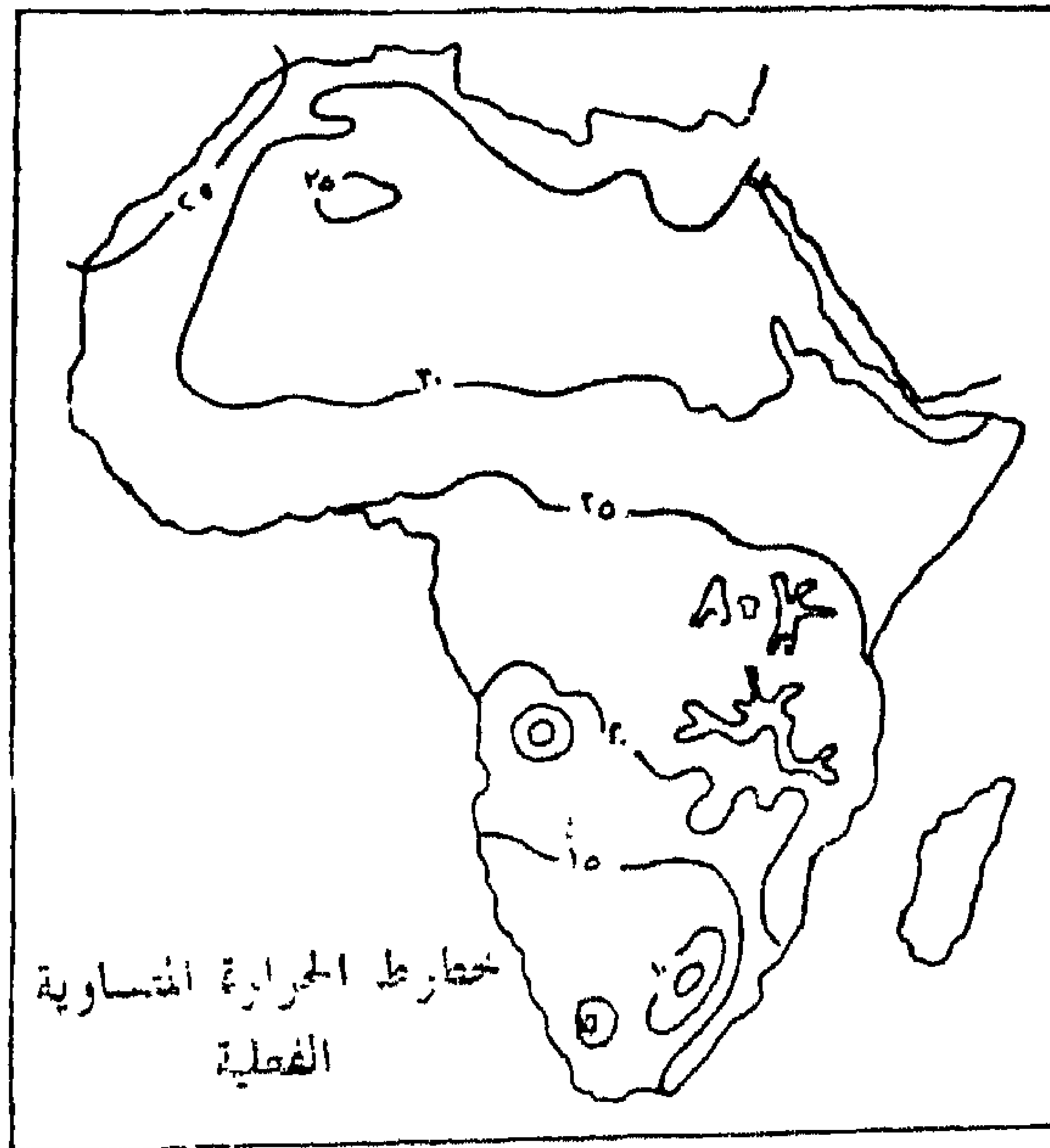
وترسم خطوط الحرارة المتساوية على أساس درجات الحرارة المعدلة إلى متوسط منسوب سطح البحر حتى تصبح المقارنة ممكنة ويصح الإستنتاج خاصة فى الخرائط التى تغطى مساحة كبيرة وعدداً متبايناً من الأقاليم الجغرافية .. على حين ترسم خطوط التساوى فى الخرائط المناخية الاقليمية أو المحلية التى تغطى حيزاً مكانياً محدود الإمتداد على أساس الدرجات الفعلية بهدف تحقيق فائدة محلية من خرائط واقعية . ويختلف الفاصل الحرارى بين خط وآخر بفترة تتناسب مع الفارق فى درجات الحرارة داخل الاقليم الموضح على الخريطة ، وتبعاً لما يسمح به مقياس رسمها . وتستخدم الألوان المتدرجة أو التظليل المتدرج لتصبح الخريطة أكثر تعبيراً عن التغير فى درجات الحرارة وإتجاه هذا التغير . ( شكل رقم ٧٤ ) .

وتعد خرائط الإنحراف الحرارى من الخرائط المناخية التى توضح الإنحراف عن متوسط درجة حرارة دائرة العرض . وتستخدم خطوط التساوى لتوزيع المناطق التى تتساوى فى درجة إنحراف متوسطاتها الحرارية أو معدلات درجة حرارتها عن المتوسط أو المعدل لدرجة العرض الذى تقع عليه كل منها . ويميز بين الخطوط التى تدل على الإنحراف الموجب ، وتلك التى تدل على الإنحراف السالب إما باللون أو بنوعين مختلفين من الخطوط المنحنية ويكتب على كل خط قيمته مع الإشارة الموجبة أو السالبة ( شكل رقم ٧٥ ) .

وترسم خرائط مناخية لتمثيل المدى الحرارى بأنواعه اليومى والفصلى والسنوى وتستخدم خطوط التساوى فى توزيع المدى الحرارى على الخرائط المناخية .

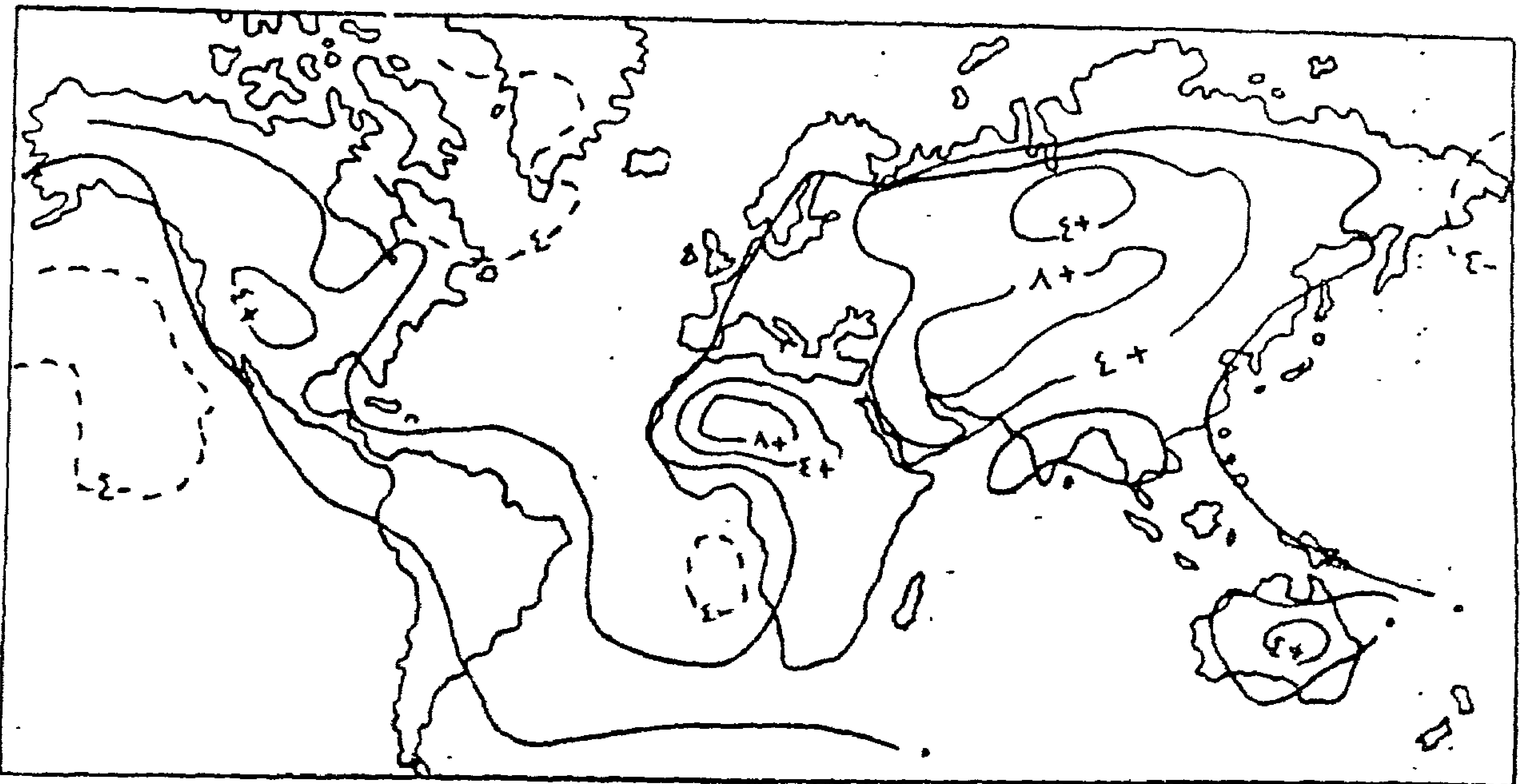
كما تستخدم خطوط التساوى أيضاً فى تمثيل ما يعرف بالحرارة المتجمعة وهى درجات الحرارة المتجمعة فوق الدرجة الحدية للإنبات وهى ٤° مئوية أو ٤٢,٨° فهرنهتية وتجمع درجات الحرارة خلال أيام الشهر أو الفصل أو السنة . وترسم على أساس القيم المتجمعة لدرجات الحرارة فوق الحدية بخطوط التساوى وتظلل المناطق فيما بين خطوط التساوى بظل أو لون متدرج . ( شكل رقم ٧٦ ) .




( شكل رقم ٧٤١ )

خطوط الحرارة المتساوية المعدلة والفعلية




( شكل رقم ٧٥ )

خطوط الإنحراف الحرارى المتساوية



معدل الحرارة المتجمعة خلال
الفترة من ١٨٨١ ـــ ١٩١٥
١٠٠ كم
م
أكبر من ٣٠٠١
٢٥٠١ – ٣٠٠٠
٢٠٠١ – ٢٥٠٠
١٥٠١ – ٢٠٠٠
١٠٠١ – ١٥٠٠
٥٠١ – ١٠٠٠
أقل من ٥٠٠


( شكل رقم ٧٦ )

٢ ـــ الخرائط المناخية لعنصرى الضغط الجوى والرياح :

يعتبر عنصر الضغط الجوى من العناصر المهمة على الخرائط المناخية ، فعلى أساس توزيعات الضغط الجوى وإتجاهه يمكن تعيين مناطق الضغط الجوى المرتفع ، ومناطق الضغط الجوى المنخفض وبالتالى تعيين إتجاه الرياح وخصائصها . ويوقع الضغط الجوى على الخرائط المناخية بإستخدام الرموز الخطية الكمية ، فترسم خطوط الضغط المتساوى على أساس المعدلات الشهرية أو الفصلية بعد تعديل قيم الأرصاد الجوية حتى يمكن المقارنة بين المناطق المختلفة على أسس سليمة . ويتم تعديل قيم الضغط الجوى إلى الضغط الجوى عند متوسط منسوب سطح البحر أى مستوى المقارنة ، كما تعدل القيم أيضاً إلى القيم عند دائرة عرض ٤٥° شمالاً وجنوباً كمتوسط لتأثير الجاذبية الأرضية بغرض أن تكون المقارنة على أساس واحد ، كذلك تعدل قيم الضغط الجوى أيضاً إلى القيم المناظرة عند درجة حرارة الصفر المئوى . وترسم خطوط التساوى على خرائط المناخ على أساس هذه القيم المعدلة للضغط الجوى . وعادة ما ترسم خرائط الضغط الجوى المناخية على أساس فصلى نظراً لحركة الشمس الظاهرية وتأثير ذلك على تغير نظم الضغط الجوى على كل من اليابس والماء ، وكذلك تزحزح مناطق الضغط الجوى الثابتة وما يترتب على ذلك من توزيعات جديدة لنظم الضغط الجوى وتغير فى إتجاه الرياح السائدة وفى خصائصها . وتضم الخرائط المناخية الخاصة بتوزيع الضغط الجوى توزيعاً لعنصر الرياح الدائمة يمثل الصفة الغالبة على إتجاه الرياح ، توزع بإستخدام رموز خطية نوعية تدل على الإتجاه الذى تتخذه الرياح وتميز أحياناً هذه الأسهم باللون الأحمر للدلالة على الرياح الدفيئة وباللون الأزرق لتدل على الرياح الباردة وجميع الأسهم تكون بطول واحد وبسمك واحد أيضاً . ( شكل رقم ٧٧ ـــ أ ) .

٣ ـــ الخرائط المناخية لعنصر المطر :

يوزع معدل المطر الفصلى أو السنوى على الخرائط المناخية بإستخدام رمز الخط الكمى ، فترسم خطوط المطر المتساوى بخطوط تميز باللون الأزرق عادة . وتلون المساحات المحصورة فيما بين خطوط التساوى بالألوان

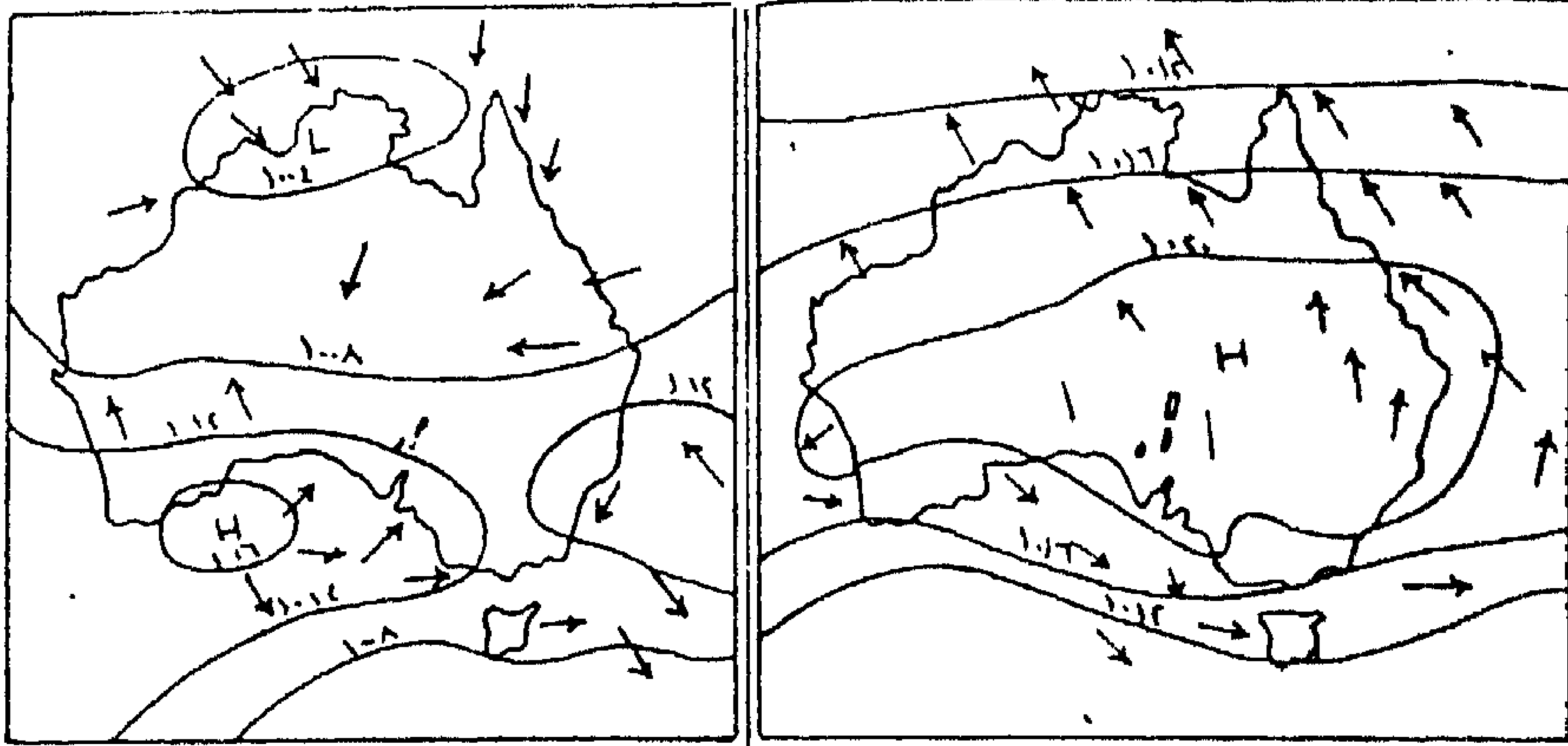
المتدرجة ، وتميز المناطق الجافة وشبه الجافة والقطبية باللون الأصفر الداكن ، وتميز المناطق الرطبة والمعتدلة باللون الأزرق بدرجاته لبيان الزيادة فى كمية الأمطار الساقطة والتدرج فى القيمة تبعاً للظروف الجغرافية التى تؤثر فى كمية المطر ونظامه . وترسم خرائط المطر على أساس سنوى لبيان معدل ما أصاب المنطقة من أمطار طوال العام ، على أن ترسم على أساس فصلى لبيان التغير فى توزيع الأمطار وكمياتها فى فصل الشتاء عنها فى فصل الصيف ، تبعاً لمعدل ما أصاب المنطقة من أمطار فى الفترة من شهر نوفمبر حتى شهر أبريل لفصل الشتاء ، وفى الفترة من شهر مايو حتى شهر إكتوبر لفصل الصيف . وغالباً ما يوضح على الخريطة المناخية لتوزيع الأمطار الفصلية خطوط الضغط المتساوى ، وكذلك إتجاه الرياح السائدة . ( شكل رقم ٧٧ ـــ ب ) ، ( شكل رقم ٧٨ ) .

## ثالثاً : خرائط الأقاليم المناخية

تعتبر خرائط الأقاليم المناخية محصلة الدراسات الجغرافية لعناصر المناخ المختلفة . ويقسم العالم إلى أقاليم مناخية على أسس مختلفة تتفق فى الهدف وهو تميز الحيز المكانى بنوع معلوم من المناخ السائد له خصائصه ومميزاته التى تجعله يختلف عن غيره ، ويتكرر وجوده فى مناطق أخرى تتشابه معه فى أحوال عناصر المناخ السائدة . ويتم تقسيم العالم إلى أقاليم مناخية على أسس تختلف بإختلاف وجهة النظر الجغرافية للعنصر المناخى الأساسى للتقسيم . فبعض التقسيمات تعتمد على عنصرى الحرارة والمطر ، وأخرى تعتمد على عنصرى الحرارة والرطوبة ، وثالثة على التوزيع الجغرافى للنبات الطبيعى بإعتباره إنعكاساً للخصائص المناخية ، ورابعة على مقدار صافى الإشعاع الشمسى والمطر ، وخامسة على أساس نوع الكتل الهوائية التى تؤثر فى الأقاليم المختلفة . ومن أهم التقسيمات المستخدمة فى الجغرافيا لتقسيم العالم إلى أقاليم مناخية تقسيم ديمارتون ، أوستن ميلر ، كوبن ، تريوارثا، ثورنثويت، بوديكو ، فلون . وترسم خريطة الأقاليم المناخية بإستخدام الرمز المساحى النوعى فتحدد المساحة التى يشغلها كل إقليم مناخى ثم تميز إما برموز الحروف اللاتينية ، أو بالتظليل

المتناقض لبيان إختلاف النوع إلى جانب الرمز الهجائى اللاتينى الكبير للدلالة على الإقليم المناخى الأساسى والصغير للدلالة على الأقاليم الثانوية التابعة للإقليم الأصلى . ( شكل رقم ٧٩ ، وشكل رقم ٨٠ ) .

( شكل رقم ٧٧ ـ أ )



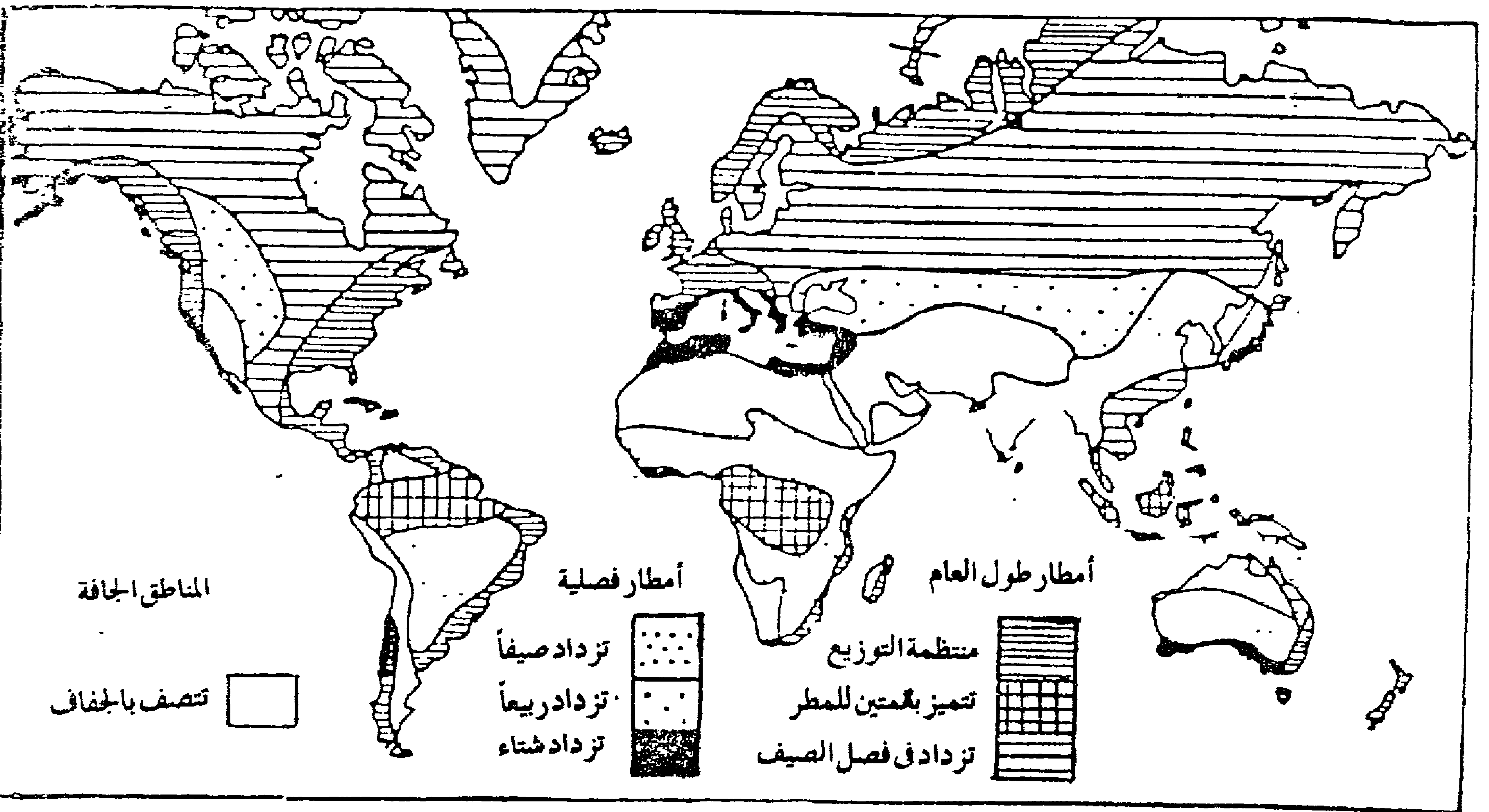

خطوط الضغط المتساوى وإتجاهات الرياح ( شتاء )　　　خطوط الضغط المتساوى وإتجاهات الرياح ( صيفاً )

( شكل رقم ٧٧ ـ ب )

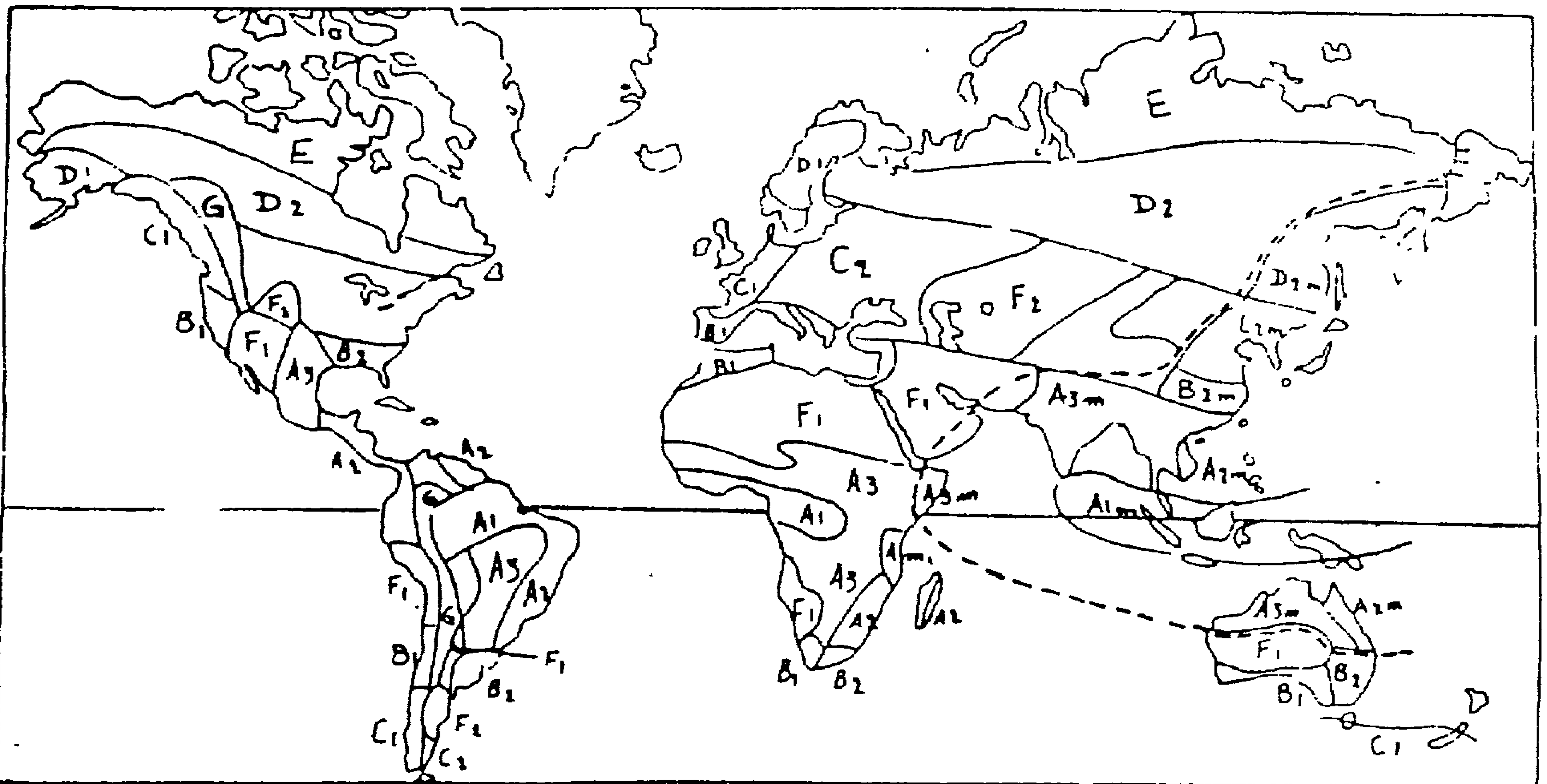


خطوط المطر المتساوى ( شتاء )　　　خطوط المطر المتساوى ( صيفاً )

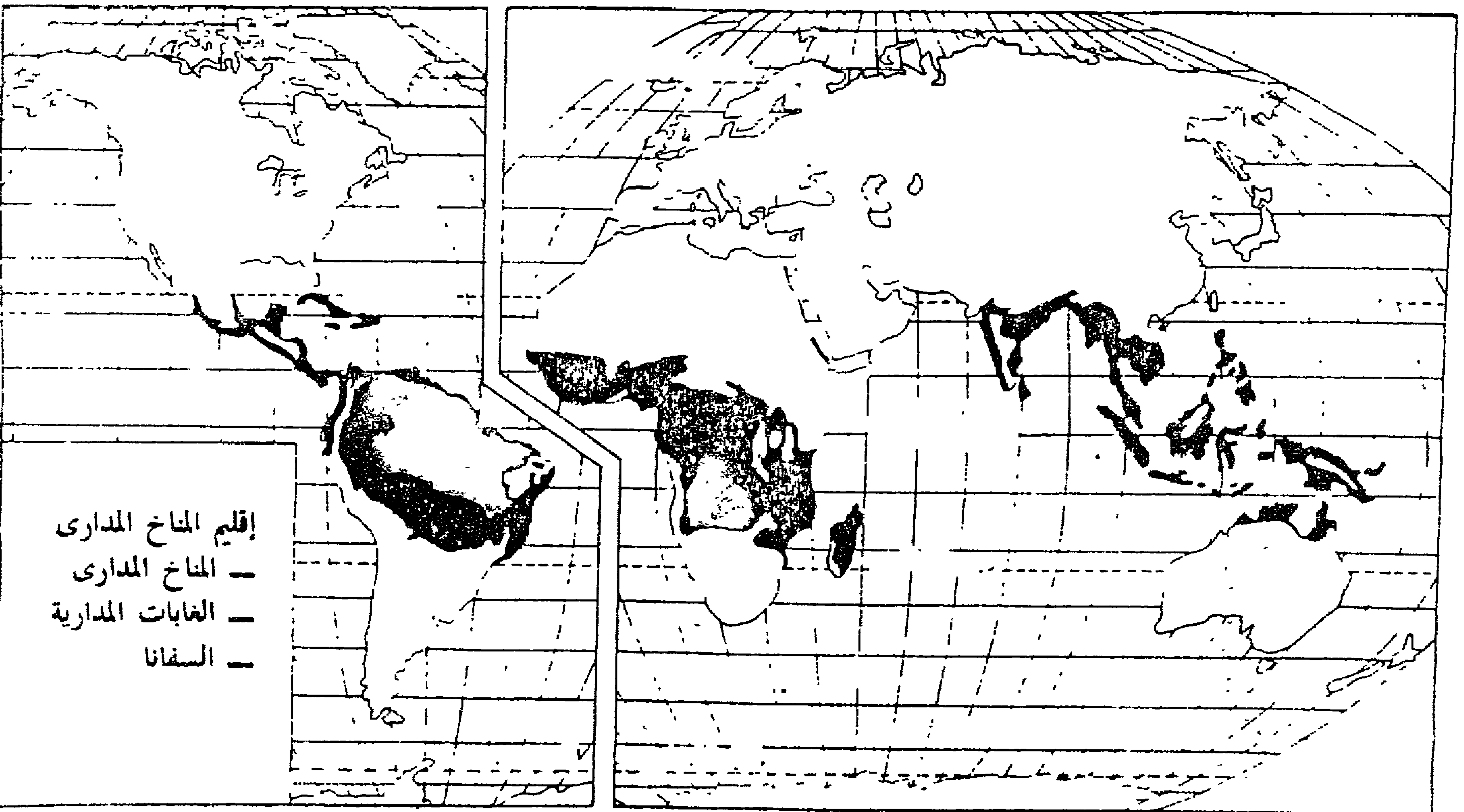
( شكل رقم ٧٧ )




( شكل رقم ٧٨ )
التوزيع الجغرافى لعنصر المطر تبعاً لنظم المطر




( شكل رقم ٧٩ )
الأقاليم المناخية تبعاً لتقسيم أوستن ميلر




( شكل رقم ٨٠ )

التوزيع الجغرافى لاقليم المناخ المدارى

وفق التقسيم المناخى تريوارثا

## رابعاً : خرائط النبات الطبيعى

يعد النبات الطبيعى عنصراً من عناصر الغلاف الحيوى للأرض ، وهو نتيجة للتفاعل بين أنواع الصخور التى تشتق منها التربات التى هى موطن النبات ، وبين الظروف المناخية التى تحدد النوع والكم والتوزيع . وتختلف النباتات الطبيعية فى خصائصها بإختلاف الظروف المناخية حتى يكاد يصبح النبات الطبيعى دليلاً على نمط مناخى سائد . ويكاد يتفق توزيع النبات الطبيعى مع الأقاليم الحرارية العامة على سطح الأرض ، ولكل إقليم من الأقاليم المناخية نباته الطبيعى الذى يميزه . ويمكن أن نقسم العالم إلى أقاليم رئيسية للنبات الطبيعى هى الغابات ، والحشائش ونباتات الصحارى ، والتندرا ، ونباتات الجبال . وينقسم كل إقليم رئيسى إلى عدد من الأقاليم الفرعية فالغابات تتنوع ما بين الغابات المدارية ( المطيرة ، شبه النفضية ، الشوكية ) ، وغابات المناطق المعتدلة ( شبه المدارية الرطبة ، النفضية والمخروطية المختلطة ، أحراش البحر المتوسط ) ، وغابات المناطق الباردة . وتتنوع الحشائش بدورها فتشمل حشائش السفانا والبرارى والاستبس . وهكذا نجد أن هناك عدة أنواع من النبات الطبيعى تتوزع على الخرائط لتشغل مساحات محددة تفصل فيما بينها مناطق إنتقالية . ويستخدم فى تمثيل النبات الطبيعى على الخرائط رمز المساحة النوعى فتحدد مساحة كل نوع من أنواع النبات الطبيعى وتلون أو تظلل بلون أو ظل متناقض غير متدرج للتمييز بين كل نوع وآخر ، وتوضح المناطق الأنتقالية بين كل نوعين مختلطين بلون أو ظل مختلف أو بتداخل الالوان والظلال المستخدمة لتوضيح كل نوع منهما . ( شكل رقم ١٨١ )

( شكل رقم ٨١ )

خريطة توزيع النبات الطبيعى

# الفصل السادس

# الخرائط البحرية

## الخرائط البحرية

تعتبر الخرائط البحرية عين الملاح التى يرى بها القاع من تحت الماء . وتهتم الخرائط البحرية ببيان الأعماق تحت سطح البحر ، ومستويات سطح البحر ما بين مد وجزر ، وكذلك التيارات البحرية الدائمة والموسمية والمؤقتة ، هذا بالإضافة إلى المعالم البحرية ، والمنارات البحرية . ويستخدم فى إنشاء الخرائط البحرية التى تستخدم أساساً فى عمليات الملاحة المساقط المركزية التى تحقق شرط الإتجاه الصحيح ، وتحقيق الإتجاه المستقيم الثابت وكذلك أقصر المسافات بين المواقع على الخرائط البحرية . ومن ثم فإن للخريطة البحرية ما يميزها عن الخرائط الجغرافية التى تهتم بظواهر سطح الأرض اليابسة .

### أنواع الخرائط البحرية :

من الممكن تصنيف الخرائط البحرية على أساس الغرض منها ، وعلى أساس منطقة إستخدامها وكذلك مقاييس رسمها إلى ثلاثة أنواع هى :

١ ــ المخططات أو المشارف .
٢ ــ الخرائط البحرية الساحلية .
٣ ــ الخرائط البحرية المحيطية .

### أولاً : المخططات أو المشارف :

ويقصد بالمخططات أو المشارف الخرائط البحرية التى تهتم بمناطق الإقتراب من الموانىء وبتفاصيل الموانىء المختلفة . وترسم هذه الخرائط بمقياس رسم كبير من ١ : ٥٠٠٠٠ فأكبر حتى يسمح مقياس الرسم ببيان التفاصيل المطلوب بيانها على هذه الخرائط . وأحياناً ما يوقع الميناء على خريطة ، على حين توقع مشارف الميناء أو منطقة الإقتراب على خريطة أخرى . والمخططات والمشارف وجميع أنواع الخرائط البحرية على إختلاف مقاييس رسمها توقع على لوحات متساوية فى القطع لتيسير عمليات الفهرسة والحفظ فى المكان المحدد لحفظها على السفن .

ويستخدم الاسقاط المركزى لتوقيع الهيكل الجغرافى على خرائط الإقتراب وخرائط الموانىء ، لأنه يحقق أفضل صورة غير مشوهة للمناطق محدودة المساحة . ويفضل إستخدام مسقط مركاتور المستعرض لأنه يحقق الصور القريبة إلى الصحة ، وهو إسقاط متشابه ينتج عن تماس إسطوانة من الورق لسطح الكرة الأرضية حول أى خط من خطوط الزوال ، وعلى ذلك فكل الظواهر حول خط التماس تظهر على الخريطة الناتجة ممثلة تمثيلاً صادقاً صحيحاً مطابقاً لما هو على الطبيعة .

ويظهر على خرائط الموانىء والإقتراب المعروفة بالمخططات أو المشارف جميع التفاصيل البحرية والبرية بتفصيل شديد ، خاصة وأن مناطق الإقتراب عادة ما تكون ممراتها الملاحية ضيقة تحف بها الأخطار الملاحية ، بالإضافة إلى الأعماق الضحلة قرب اليابس . ومن ثم يجب أن تظهر كل المعالم على المخططات واضحة ودقيقة لضمان وتأمين الملاحة عبر المجارى الملاحية للسفن . فيظهر على المخططات أو المشارف كل معالم الميناء كاملة وأرصفة الرسو والأرصفة المساعدة ، وخطوط السكك الحديدية وأدوات الشحن والتفريغ والمخازن بالإضافة إلى مرافق الميناء الأخرى الإدارية والفنية . هذا عن الميناء على اليابس ، أما عن المسطح البحرى أمام الميناء ومنطقة الإقتراب منها فتوقع خطوط العمق المتساوى بفاصل رأسى صغير يتناسب مع الأعماق الضحلة مع أكبر عدد ممكن من نقط الأعماق . ويكتب على خريطة الموانى أو الإقتراب البيانات الخاصة بحركات المد والجزر ، وتزود بمقياس خطى دقيق مقارن .

**ثانياً : الخرائط البحرية الساحلية :**

توضح الخرائط البحرية الساحلية المنطقة الساحلية بين مينائين مهمين على نفس إمتداد خط الساحل . وتستخدم الخرائط البحرية الساحلية فى الملاحة الساحلية أى قريباً من خط الساحل . وتوقع هذه الخرائط بقياس رسم متوسط من ١ : ١٠٠٠٠٠ إلى ١ : ٣٠٠٠٠٠ تبعاً لإمتداد خط الساحل الذى توضحه ، وحسب القطع المحدد لبيانه .

وتظهر المعالم البرية لليابس المجاور ، والمناطق المرتفعة الطبيعية والبشرية التى يستعان بها فى تحديد مواقع السفن فى البحر على الخرائط البحرية الساحلية .

وتوقع مواقع المنارات الملاحية التى يزيد مدى رؤيتها عن ١٠ أميال بحرية وتوضح جميع خصائصها من حيث الشكل للتعرف عليها نهاراً ، ونوع ولون وفترة الوميض الضوئى لها ليلاً .

وتظهر المعالم البحرية بإستخدام خطوط العمق المتساوى بفاصل رأسى ١٠ أمتار أو ٢٠ متراً بحسب طبيعة عمق المياه أمام الساحل . وتوضح الخريطة أيضاً إتجاهات وسرعات التيارات البحرية التى تمر بموازاة الساحل ، هذا بالإضافة إلى الأخطار الملاحية مثل الحطام الغارق أو خطوط الأنابيب أو الصرف الممتدة أمام الساحل .

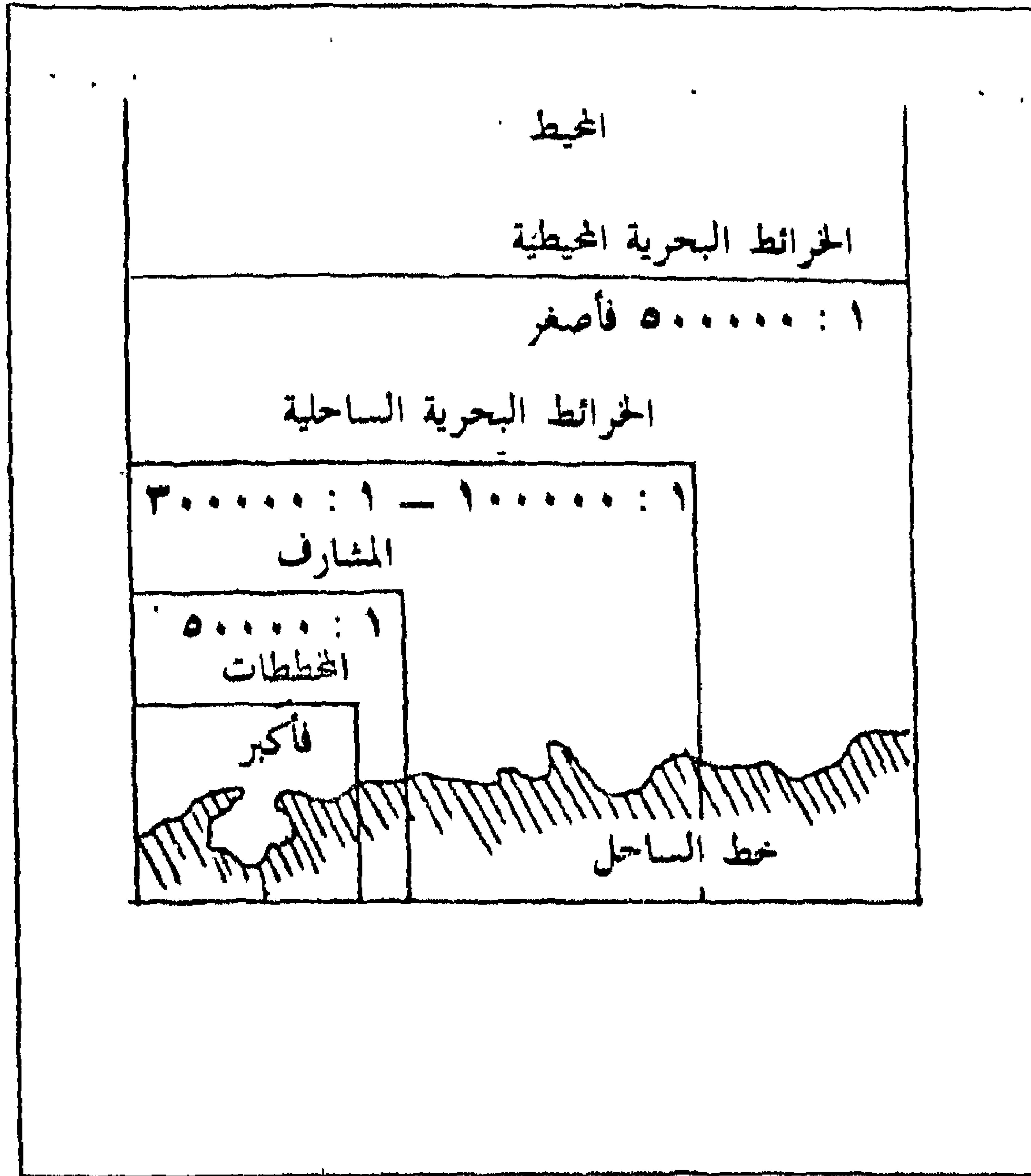
**ثالثاً : الخرائط البحرية المحيطية :**

تستخدم هذه الخرائط فى العمليات الملاحية عبر مسطحات بحرية متسعة الإمتداد وكبيرة المساحة . وترسم هذه الخرائط بمقاييس رسم صغيرة تسمح ببيان هذه المساحات البحرية المتسعة . وليس بالضرورة أن يظهر على هذه الخرائط بحاراً هامشية بأكملها ، أو محيطاً بكامله وإنما يقسم المسطح البحرى إلى أجزاء يوضح كل منها على خريطة بحرية محيطية منفصلة وتكمل كل خريطة الأخرى .

تبعاً لمقياس رسم الخرائط البحرية المحيطية فإن المعالم التفصيلية لخطوط السواحل لا تظهر ، حيث تستخدم هذه الخرائط فى العمليات الملاحية بعيداً عن خطوط السواحل . ومع ذلك فإن المنارات الرئيسية التى يزيد مدى رؤيتها على ٢٠ ميلاً بحرياً توقع على هذه الخرائط مع كتابة جميع خصائصها نهاراً وليلاً . وتظهر المعالم البحرية بإستخدام خطوط العمق المتساوى بفاصل رأسى كبير نسبياً يبدأ من الرصيف القارى ، ويتغير هذا الفاصل الرأسى تبعاً للتغيرات التى قد تطرأ على تضاريس قيعان البحار والمحيطات مما يؤثر على عمق المياه فى بعض المناطق مثل المناطق التى تنتشر بها المخاريط البركانية وحيث ترتفع السلاسل المحيطية، وكذلك حيث العوائق الملاحية البشرية مثل السفن الغارقة .

وتزود الخرائط المحيطية ببيان عن درجة الإختلاف المغناطيسى فى المواقع المختلفة الموضحة على الخريطة البحرية المحيطية . إذ أنها تتغير تغيراً واضحاً من

شأنه أن يؤثر على العمليات الملاحية تبعاً لإتساع المنطقة التى تعرض لها الخريطة البحرية المحيطية . ( شكل رقم ٨٢ ) .




( شكل رقم ٨٢ )
أنواع الخرائط البحرية

# أسلوب إنشاء الخرائط البحرية

تستخدم بعض دول العالم التى لها واجهات بحرية نظاما شموليا عند إنشاء مجموعات الخرائط البحرية من مخططات ومشارف ، وخرائط ساحلية ، وخرائط محيطية . وتبدأ هذه الدول بإنشاء خريطة بحرية بمقياس رسم صغير لمنطقتها البحرية ، ثم تقسم المنطقة إلى مناطق أصغر يرسم لها خرائطها البحرية بمقاييس رسم متوسطة ، ثم تقسم المناطق إلى مناطق أصغر يرسم لها خرائطها البحرية بمقياس رسم كبير . ومن ثم يتوفر لدى الدولة نظام خرائطى شامل لمنطقتها البحرية . ويتميز النظام الشمولى المتبع فى إنشاء الخرائط البحرية بدقته وبإمكانية تنسيق مجموعات الخرائط البحرية وفق نظام احداثى خاص وفهرستها وبالتالى تأمين الملاحة بصورة مرضية . ويتطلب إنشاء مثل هذا النظام قدرات وإمكانيات لا تتوفر للعديد من الدول ، لا سيما وأن هناك دولاً لم تستكمل بعد خرائط أراضيها فوق اليابس . وتستعيض الدول التى تفتقر إلى إمكانيات تنفيذ النظام الشمولى بنظام أقل شمولاً ولكنه يحقق الغرض . فتبدأ بإنشاء خرائط بحرية لموانيها بمقياس رسم كبير يسمح ببيان التفاصيل الضرورية ، وكذلك عدد من الخرائط متوسطة المقياس لمشارف موانيها وللمنطقة حول الميناء ، ثم تنشيء خريطة بمقياس رسم صغير للساحل الذى يربط مينائها بميناء مجاور ، ثم ترسم الخرائط البحرية بمقياس رسم أصغر لمنطقتها البحرية . وتقوم الدول بتنفيذ ذلك تبعاً لأهمية نوع الخرائط النسبى لإقتصادياتها ، وتبعاً لمدى توفر الإمكانيات لديها لتنفيذ ذلك .

**خطوات إنشاء الخريطة البحرية :**

**١ ـــ خريطة الأساس :**

يتم إنشاء خريطة أساس للخريطة البحرية بتوقيع الهيكل الجغرافى لشبكة خطوط الطول ودوائر العرض للمنطقة موضوع الخريطة البحرية . ويتم ذلك بإستخدام الإسقاط المركاتورى المستعرض ثم يتم توقيع البيانات الأساسية على الهيكل الجغرافى مثل المواقع الرئيسية المهمة وتعرف باسم نقط التحكم

كنقط المثلثات ورءوس المضلعات ، وكذلك توقيع خط الساحل والظواهر المهمة ملاحياً مثل الشطوط الرملية ، والصخور والشعاب المرجانية ، وكذلك الأخطار الملاحية بالقرب من الساحل . وبالنسبة لخريطة المخططات والمشارف توقع جميع المعالم والتفاصيل التى على اليابس ، إذ يعتبر التعرف على اليابس من البحر ضرورة ملاحية . ويوقع على الخرائط الساحلية بعض التفاصيل الطبوغرافية لليابس ، مع بيان المواقع المرتفعة التى تظهر من البحر وتسجيل إرتفاعاتها للإستعانة بها فى تحديد مواقع وأبعاد السفن فى البحر .

**٢ ــ تحديد الأعماق وتوقيعها :**

تعتبر عملية تحديد الأعماق فى البحار التى تعرف بعملية الجس من أهم خطوات إنشاء البحرية ، إذ أنها تعطى صورة القاع غير الظاهر تحت سطح الماء . وهى بذلك تجعل من الخريطة البحرية عيناً للقارىء وللدارس وللملاح يرى بها تضاريس قيعان البحار والمحيطات وما يعتريها من تغير من موقع إلى آخر . بالإضافة إلى ما قد تضفيه المخلفات الغارقة البشرية إلى المظهر المورفولوجى الطبيعى .

ويتوقف على دقة عمليات تحديد الأعماق دقة نقل المظهر التضاريسى للقاع الذى تصوره نقط الأعماق وخطوط العمق المتساوى على الخرائط البحرية . وتعد عمليات تحديد الأعماق أساساً فى الدراسات العلمية والعملية عند تحديد الطرق الملاحية عبر المسطحات المائية من بحار ومحيطات ، وعند إنشاء الموانى والأرصفة وحواجز الأمواج ، وفى عمليات النقل عبر الأنابيب ، ومد خطوط الإتصال تحت سطح البحر ، بالإضافة إلى تحديد منطقة الرصيف القارى وبالتالى تحديد نطاق الإستغلال الإقتصادى للبحار والمحيطات أمام سواحل الدول المختلفة .

وتتباين دقة عمليات الجس وقياس الأعماق تبعاً للغرض منها كما يختلف أسلوب التنفيذ كذلك . فقد تختلف دقة القياس ما بين جزء من المتر الواحد كما هى الحال عند مداخل الأنهار من البحار ، وعند مناطق المشارف والإقتراب ، وبين ١٠٠٠٠ متراً فى حالة الجسات العلمية كتلك التى سجلت بالقرب من

جزيرة « جوام » بالمحيط الهادى فى عام ١٩٣٠ ، وكذلك الجسة التى سجلت بالقرب من جزر « ماريانا » بالمحيط الهادى فى عام ١٩٥٨ .

## أساليب تقدير الأعماق :

### أولاً : طريقة الجس بالرصد على ثلاث نقط :

وتعد هذه الطريقة من أوسع طرق تقدير الأعماق إستخداماً . وتستخدم طريقة الجس بالرصد على ثلاث نقط فى قياس الأعماق لتحديد الطرق الملاحية على الخرائط البحرية .

وتتلخص هذه الطريقة فى الخطوات الآتية :

١ ـــ يتم إختيار ثلاثة من الأهداف البرية التى سبق توقيعها على خريطة الأساس تتميز بإرتفاعها ووضوحها على الطبيعة وسهولة رصدها من البحر .

٢ ـــ من على ظهر قارب الجس وبإستخدام آلة السدس ، أو جهاز التيودوليت يتم رصد هذه الأهداف وتسجيل الزاويتان المحصورتان بينهم .

٣ ـــ يتم تحديد موقع قارب الجس على الخريطة البحرية بمعلومية الزاويتان اللتان تم رصدهما .

٤ ـــ يتم قياس العمق فى نقطة موقع قارب الجس وتسجل قيمة الجسة فى موقعها على الخريطة البحرية ، وبذلك تكون هذه نقطة إبتداء تحديد الأعماق على طول المنطقة المراد تحديد الأعماق بها .

٥ ـــ يتحرك القارب بسرعة منتظمة وفى إتجاه ثابت ، وتسجل على إمتداد خط السير عدد من الجسات ، كلما زاد عددها كلما زادت دقة علمية تحديد الأعماق .

٦ ـــ يتوقف القارب فى نقطة جديدة ويتم تحديد موقعه الجديد برصد نفس الأهداف البرية التى تم الرصد عليها فى بداية العمل .

٧ ـــ يوقع الموقع الجديد لقارب الجس على الخريطة البحرية ، ويوصل الخط

المستقيم بين الموقع الأول والموقع الجديد وهو يمثل خط سير القارب موقعاً على الخريطة .

٨ ــ يتحدد لدينا بذلك موقعين على الخريطة البحرية معلوم لدينا عمق كل منهما ، وكذلك الأعماق على إمتداد المسافة بينهما ، تقسم المسافة بين الموقعين إلى أبعاد تتناسب مع المسافة التى قطعها القارب بين كل جستين متتاليتين وتوقع الأعماق المسجلة عند كل نقطة تمت عندها عملية الجس .

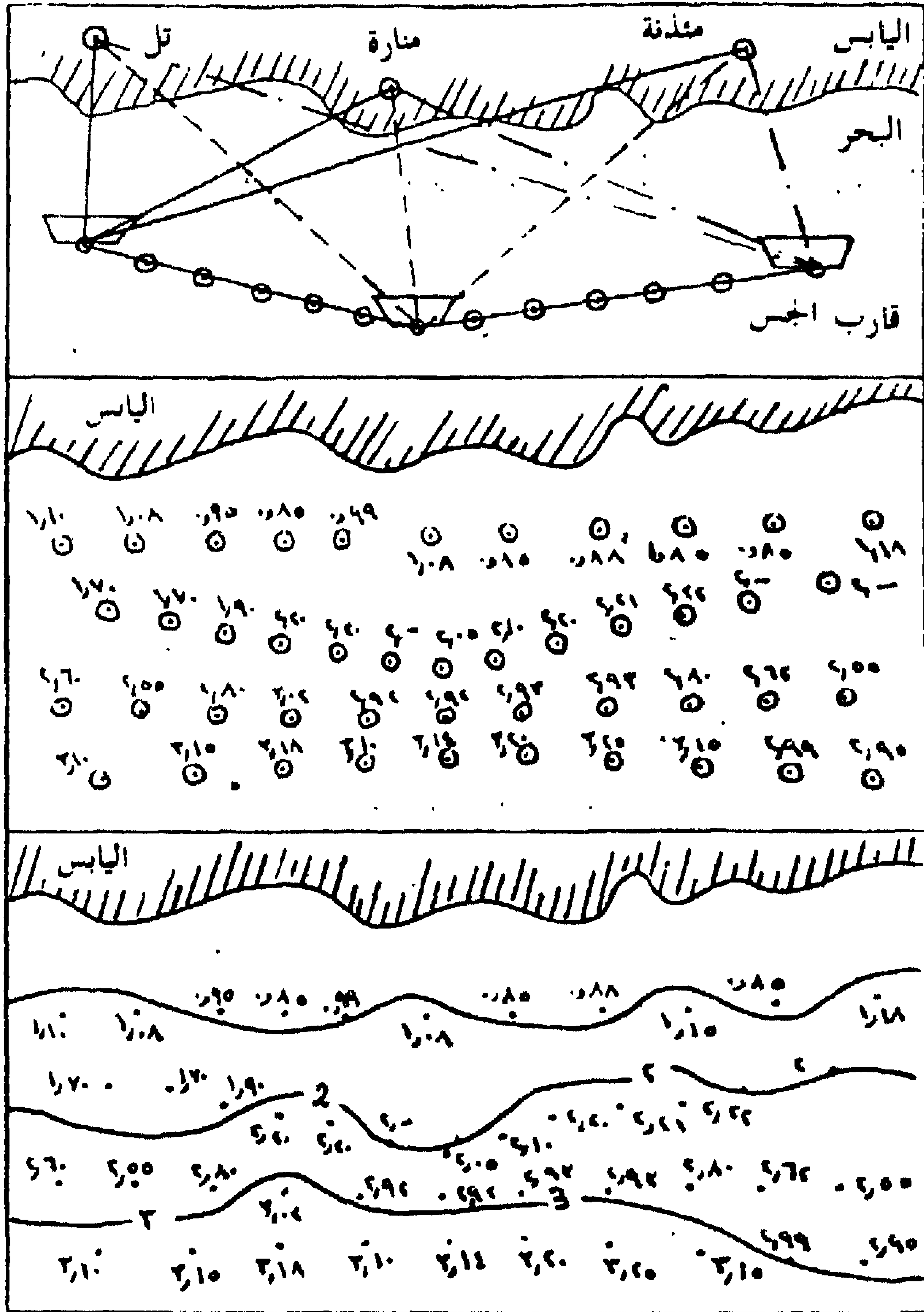
٩ ــ يتم الإنتقال بقارب الجس إلى موقع جديد ثالث وتكرر نفس الخطوات حتى يتم تحديد أعماق النقط بين الموقعين الثانى والثالث وهكذا على إمتداد طول المنطقة المبينة على الخريطة البحرية .

١٠ــ يحدد عدد من خطوط السير تتباعد عن بعضها بمسافات مناسبة ويكرر إجراء الجسات . على إمتداد كل خط من خطوط السير بنفس الأسلوب .

١١ــ بإنتهاء عمليات الجس ينتج لدينا عدد من نقط الأعماق موزعة على خريطة الأساس تبعاً لخطوط سير قارب الجس ، وعددها يساوى عدد الجسات التى تم قياس الأعماق عندها .

١٢ــ يتم إختيار الفاصل الرأسى المناسب لنوع الخريطة البحرية المراد رسمها ، ثم ترسم خطوط العمق المتساوى إلى جانب نقط الأعماق .

وبذلك تنتهى عملية تحديد الأعماق بطريقة الجس بالرصد على ثلاث نقط . ( شكل رقم ٨٣ ) .




(شكل رقم ٨٣)
الجس بالرصد على ثلاث نقط

**ثانياً : طريقة الجس التحديدية :**

تستخدم طريقة الجس التحديدية بغرض تحديد الأعماق وتخطيط الحواجز والممرات الملاحية فى الموانىء ، وللمناطق قرب الساحل .

وتتلخص هذه الطريقة فى الخطوات الآتية :

١ ــ تقسم المساحة البحرية المطلوب تحديد الأعماق بها إلى شرائح أو قطاعات تمتد من الشاطىء بحيث تغطى المنطقة من البحر المراد تحديد الأعماق بها .

٢ ــ يتم تحديد خط قاعدة على الشاطىء ورفعه مساحياً وتوقيعه على خريطة الأساس . ويتحدد طول خط القاعدة وطوله تبعاً للظروف الطبيعية لكل منطقة .

٣ ــ يقسم خط القاعدة إلى عدد من الأقسام بحسب عدد القطاعات التى تغطى المساحة من البحر المطلوب تحديد الأعماق بها ، وبحيث تمتد هذه القطاعات فى إتجاه البحر متعامدة على خط القاعدة .

٤ ــ تميز نقط تقسيم خط القاعدة بالعلامات المساحية .

٥ ــ يحدد إتجاه الأعمدة المقامة على خط القاعدة من الشاطىء نحو البحر ويمد سلك فى إتجاه كل عمود ويثبت على دعامات بحرية طافية تعوم بالفلين ويثبت طرف السلك من جهة البحر بقارب تثبيت فى البحر .

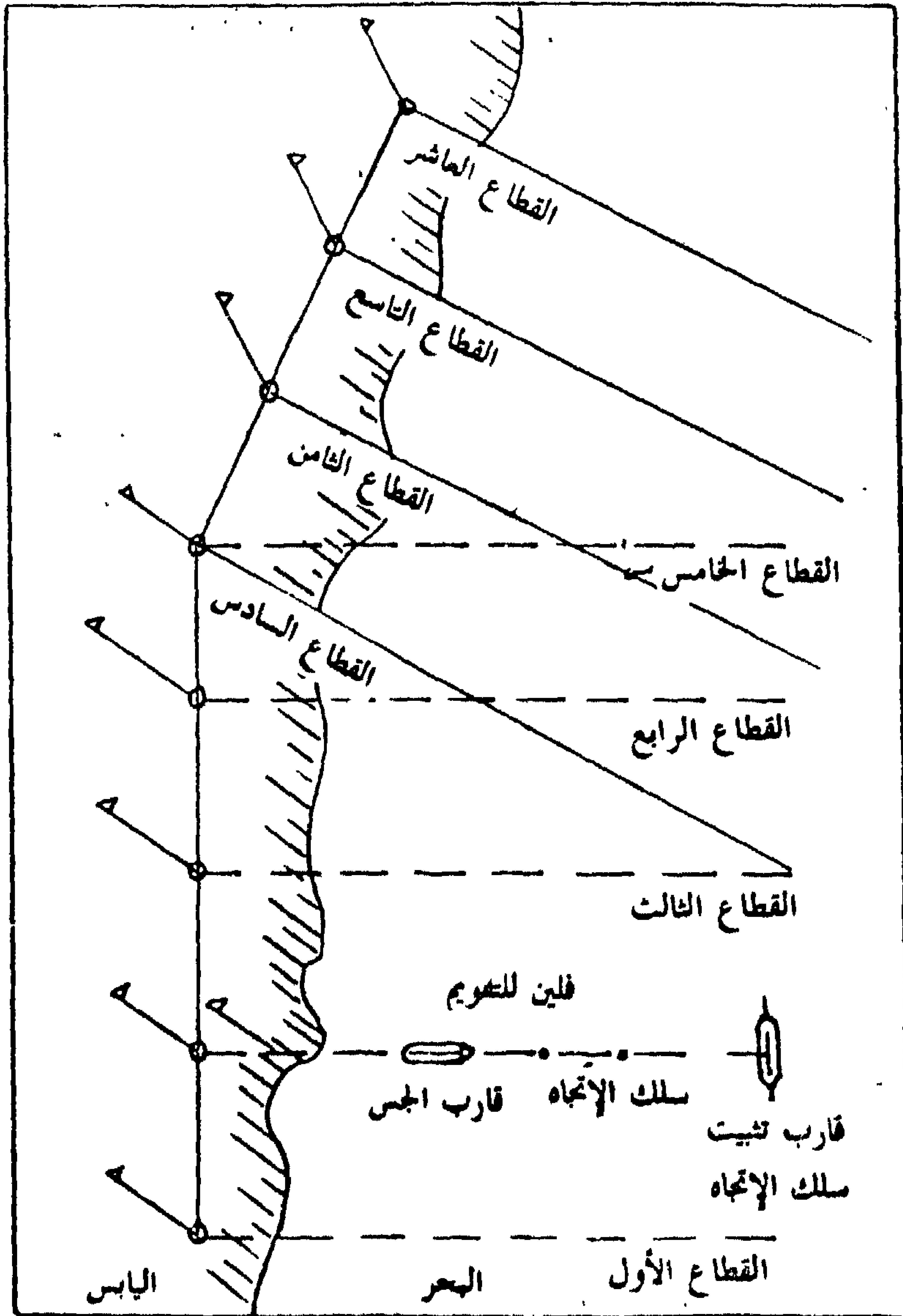
٦ ــ توقع هذه الإتجاهات على خريطة الأساس تبعاً لمقياس رسمها .

٧ ــ يتحرك قارب الجس على طول إمتداد السلك المحدد لإتجاه العمود المقام على خط القاعدة . ويتم رصد الأعماق سواء بالطرق التقليدية ( سلسلة /جنزير الجس ) أو بالطرق الحديثة ( الأجهزة الصوتية ) وتكون الجسات على مسافات متساوية يتم تحديدها من العلاقة بين سرعة قارب الجس وبين الزمن بين كل جسة والتالية لها .

٨ ــ تسجل بيانات المد لتعديل الأعماق وذلك بواسطة المارى جراف .

٩ ــ توقع الأعماق فى مواقعها على خريطة الأساس على القطاعات المختلفة . وترسم خطوط العمق المتساوى إلى جانب بقاء نقط الأعماق بقيمها على الخريطة .

وبذلك تنتهي عملية تحديد الأعماق بطريقة الجس التحديدية ( شكل رقم ٨٤ ) .




( شكل رقم ٨٤ )

طريقة الجس التحديدية

يتم توقيع نقط الأعماق ومنها ترسم خطوط الأعماق بالفاصل الرأسى المناسب تبعاً لنوع الخريطة البحرية وتبعاً لمقياس رسمها . وعادة ما يكون الفاصل الرأسى ٢ ، ٥ ، ١٠ ، ٢٠ متراً على المخططات والمشارف ، ٢٠ متراً على الخرائط البحرية الساحلية ، أما الخرائط البحرية المحيطية فيلزم بيان خط العمق ٢٠٠ متراً لبيان حدود الرصيف القارى ويكون إختيار الفاصل الرأسى للأعماق الأخرى تبعاً لطبوغرافيتها ومدى التدرج فى إنحدارات القاع .

بعد الإنتهاء من توقيع خطوط العمق المتساوى يسجل تحت الرقم الذى يدل على العمق طبيعة نوع صخور القاع ( صخرى — حصوى — رملى — طينى ) بإستخدام الرموز الإصطلاحية .

### ٣ — أساسيات الخريطة البحرية المكملة :

بعد توقيع خطوط الأعماق والنقط الدالة على العمق فيما بينها يتم توقيع المسميات الخاصة بالمواقع الجغرافية وعنوان الخريطة ويشمل اسم البحر أو المحيط أو الميناء وتزود الخريطة البحرية بمقياس خطى للرسم ، والمقياس الصحيح مقروناً بدائرة العرض التى تمثل الأبعاد الصحيحة على يابس الأرض . كما توضح وحدة الأعماق المستخدمة على الخريطة ، ووحدة مناسيب سطح الأرض وكذلك اسم ونوع المسقط المستخدم فى إنشاء الخريطة .

وتوضح على الخرائط البحرية بعض الملاحظات المتعلقة بالظروف الجغرافية لمنطقة الخريطة كالأحوال المغناطيسية غير العادية ، وظروف الطقس غير العادية أيضاً ، ودرجات الحرارة غير العادية للمياه ونسبة الملوحة . بالإضافة إلى بعض التحذيرات التى تحظر الإبحار فى بعض المناطق فى أوقات خاصة كمناطق الصيد ، ومناطق التدريبات والمناورات العسكرية مع بيان أوقات عدم الإستخدام .

وتضم الخرائط البحرية الجداول الخاصة بالتيارات البحرية المدية التى تبين سرعتها مع توضيح إتجاه التيار الترددى لكل دورة كاملة .

وتعتبر وردات البوصلة من أساسيات الخرائط البحرية ترقع عليها واضحة بقطر من ٨ — ١٨ سم مقسمة إلى ٣٦٠ درجة ، وبحيث ينطبق مركز وردة

البوصلة على نقطة تقاطع خط زوال مع دائرة عرض على الخريطة وتورع وردات البوصلة بحيث تغطى معظم سطح الخريطة البحرية ، وغالباً ماتشتمل الخريطة البحرية على أكثر من وردة واحدة إلى أربع وردات للبوصلة موضحاً عليها الإتجاهات الأصلية ودرجة الإختلاف المغناطيسى .

ويوضح الشكل رقم ٤ بعضاً من الرموز المستخدمة فى توقيع المعالم البحرية على الخرائط البحرية بأنواعها . ( شكل رقم أ ٥٨ ) .

## ٤ ـــ تصحيح الخرائط البحرية :

تعتبر الخرائط البحرية الأداة الأساسية التى تعتمد عليها عمليات الملاحة البحرية . وهى عين الملاح تحت سطح الماء ، وفى دقتها تكون سلامة الملاحة لبحرية . ولما كانت الخرائط البحرية تربط ما بين السفن وبين اليابس بمعالم جغرافية وبشرية فإن من الضرورى أن تتعدل البيانات الموقعة عليها من معالم طبيعية وبشرية وعلامات ملاحية وإتجاهات وتحذيرات أولاً بأول وفق ما يطرأ ن تعديلات على بعض هذه المعالم .

ويقوم على تصحيح الخرائط البحرية أجهزة متخصصة تعلن عن كل ما قد طرأ من تغيير فى المعالم الموقعة على الخرائط البحرية وذلك عبر نشرات يومية أسبوعية ، أو لاسلكياً تبعاً لمدى خطورة التعديل على أمن وسلامة الطرق لملاحية . ومن ثم فيجب على مستخدم الخريطة البحرية أن يجرى هذه لتعديلات وأن يوقع الرموز التى تدل عليها أولاً بأول . .

| | |
|---|---|
| منارة بحرية | عاكس رادار |
| مئذنة مسجد | أسلاك تحت الماء |
| قمة كنيسة | خط الخطر |
| استقبال سفن صغيرة | تيار بحرى |
| استقبال سفن كبيرة | تيار المد |
| حطام غارق | خط عمق متر واحد |
| حطام ظاهر | خط عمق ٥ متر |
| حطام ظاهر | خط عمق ١٠ متر |
| بيكون | خط عمق ٢٠ متر |
| بيكون ثابت | خط عمق ٥٠ متر |
| سفينة مضيئة | خط عمق ٢٠٠ متر |
| شمندورة | خط عمق ٥٠٠ متر |
| شمندورة مضيئة | خط عمق ١٠٠٠ متر |

( شكل رقم ٨٥ )

بعض أنواع الرموز المستخدمة
فى إنشاء الخرائط البحرية

# حساب المسافة والإتجاه على الخرائط البحرية

تتم العمليات الملاحية على أقواس من دوائر عظمى بين النقط على سطح البحار والمحيطات . ولحساب المسافة بين نقطتين على سطح الأرض معلوم احداثياتهما الفلكية يتعين بداية أن نعرض لحساب المثلثات الكروية .

**المثلث الكروى :**

يقصد بالمثلث الكروى ذلك الشكل الناتج على سطح الكرة الأرضية من تقاطع ثلاثة دوائر عظمى . ويقاس طول كل ضلع من أضلاع المثلث الكروى بقيمة الزاوية التى يصنعها عند مركز الكرة الأرضية .

النقط أ ، ب ، حـ رءوس مثلث كروى .

أ ، ب ، حـ الأضلاع المقابلة .

**أولاً : قانون الجيوب :**

$$\frac{\text{جا}\ \hat{\text{أ}}}{\text{جا}\ \overline{\text{أ}}} = \frac{\text{جا}\ \hat{\text{ب}}}{\text{جا}\ \overline{\text{ب}}} = \frac{\text{جا}\ \hat{\text{حـ}}}{\text{جا}\ \overline{\text{حـ}}}$$

**ثانياً : قوانين جيوب التمام :**

$$\text{جتا}\ \overline{\text{أ}} = \text{جتا}\ \overline{\text{ب}} \times \text{جتا}\ \overline{\text{حـ}} + \text{جا}\ \overline{\text{ب}} \times \text{جا}\ \overline{\text{حـ}} \times \text{جتا}\ \hat{\text{أ}}$$

$$\text{جتا}\ \overline{\text{ب}} = \text{جتا}\ \overline{\text{أ}} \times \text{جتا}\ \overline{\text{حـ}} + \text{جا}\ \overline{\text{أ}} \times \text{جا}\ \overline{\text{حـ}} \times \text{جتا}\ \hat{\text{ب}}$$

$$\text{جتا}\ \overline{\text{حـ}} = \text{جتا}\ \overline{\text{أ}} \times \text{جتا}\ \overline{\text{ب}} + \text{جا}\ \overline{\text{أ}} \times \text{جا}\ \overline{\text{ب}} \times \text{جتا}\ \hat{\text{حـ}}$$

**مثال :**

إحسب مسافة وإتجاه الإبحار بين ميناء عدن واحداثياته الفلكية ٤٥′ ١٢° شمالاً ، ٠٣′ ٤٥° شرقاً ، وبين ميناء بومباى واحداثياته الفلكية ٥٥′ ١٨° شمالاً ، ٠٠ ٧٣ شرقاً ، وذلك بالكيلومترات ، وبالأميال البحرية .

**أولاً : حساب المسافة بين المينائين :**

تحسب مسافة الإبحار بقوانين جيوب التمام بإعتبار أن هناك مثلثاً كروياً رءوسه هى نقطة القطب الشمالى ، ونقطة الميناء ب ، ونقطة الميناء الثانى أ ( شكل رقم ٨٦ ) .

– طول القوس من نقطة ميناء عدن حتى نقطة القطب الشمالى ، أى ضلع المثلث الكروى المقابل لنقطة ميناء بومباى ، القوس أ

= ٩٠° ٠٠′ – ١٢° ٤٥′ = ٧٧° ١٥′

**– طول القوس من نقطة ميناء بومباى حتى نقطة القطب الشمالى ، أى ضلع المثلث الكروى المقابل لنقطة ميناء عدن ، القوس ب .**

**= ٩٠° ٠٠′ – ١٨° ٥٥′ = ٧١° ٠٥′**

**– طول القوس بين المينائين والمقابل لنقطة القطب الشمالى ق مجهول ومطلوب حسابه .**

– زاوية الطول بين المينائين = ٧٣° ٠٠′ – ٤٥° ٠٣′

= ٢٧° ٥٧′ ( ق )

مما سبق يكون :

ب = ٧١° ٠٥′

أ = ٧٧° ١٥′

ق = مجهول

ق = ٢٧° ٥٧′

بتطبيق قانون جيب التمام

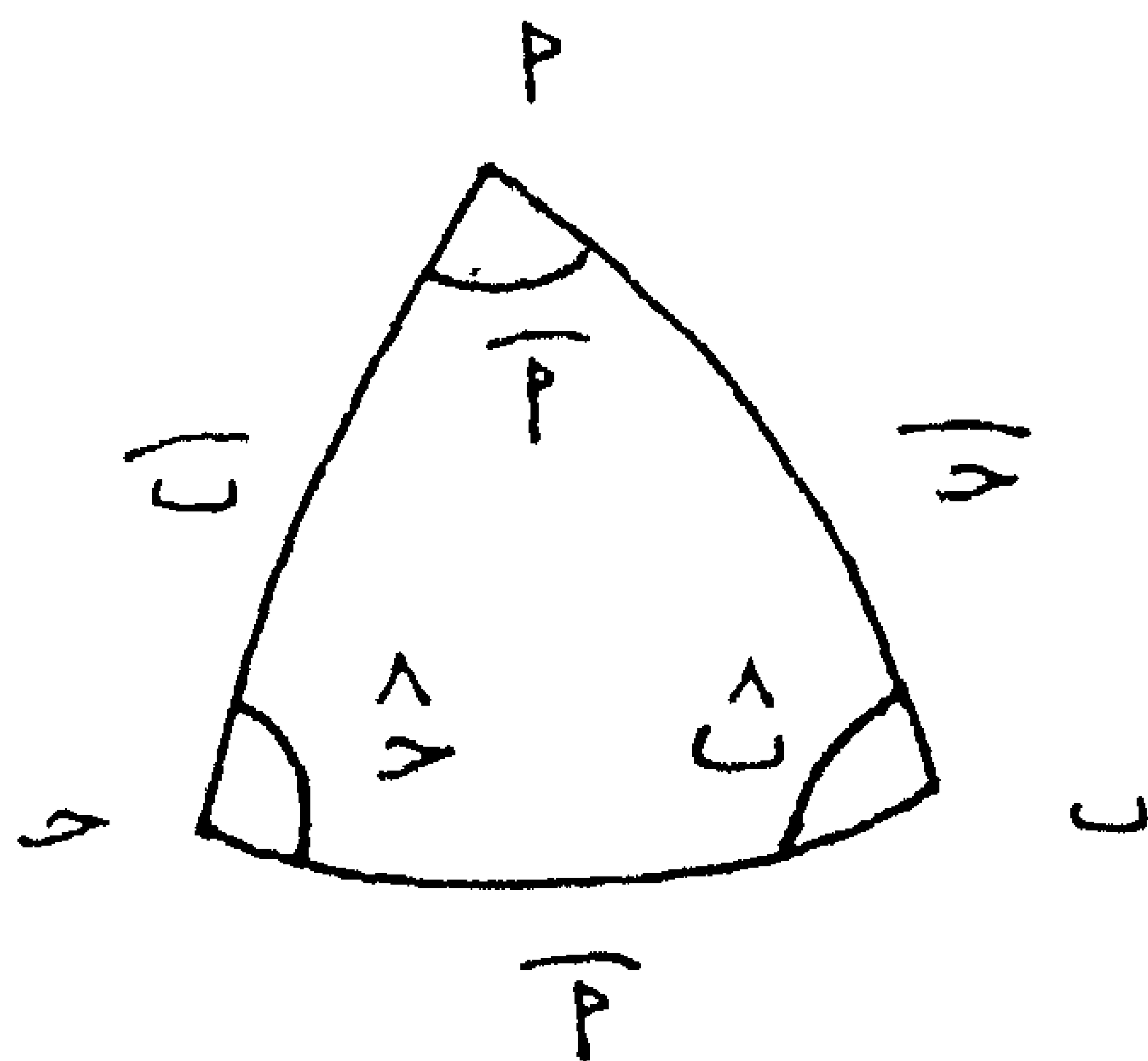
حتا ق = حتا أ × حتا ب + حا أ × حا ب × حتا ق

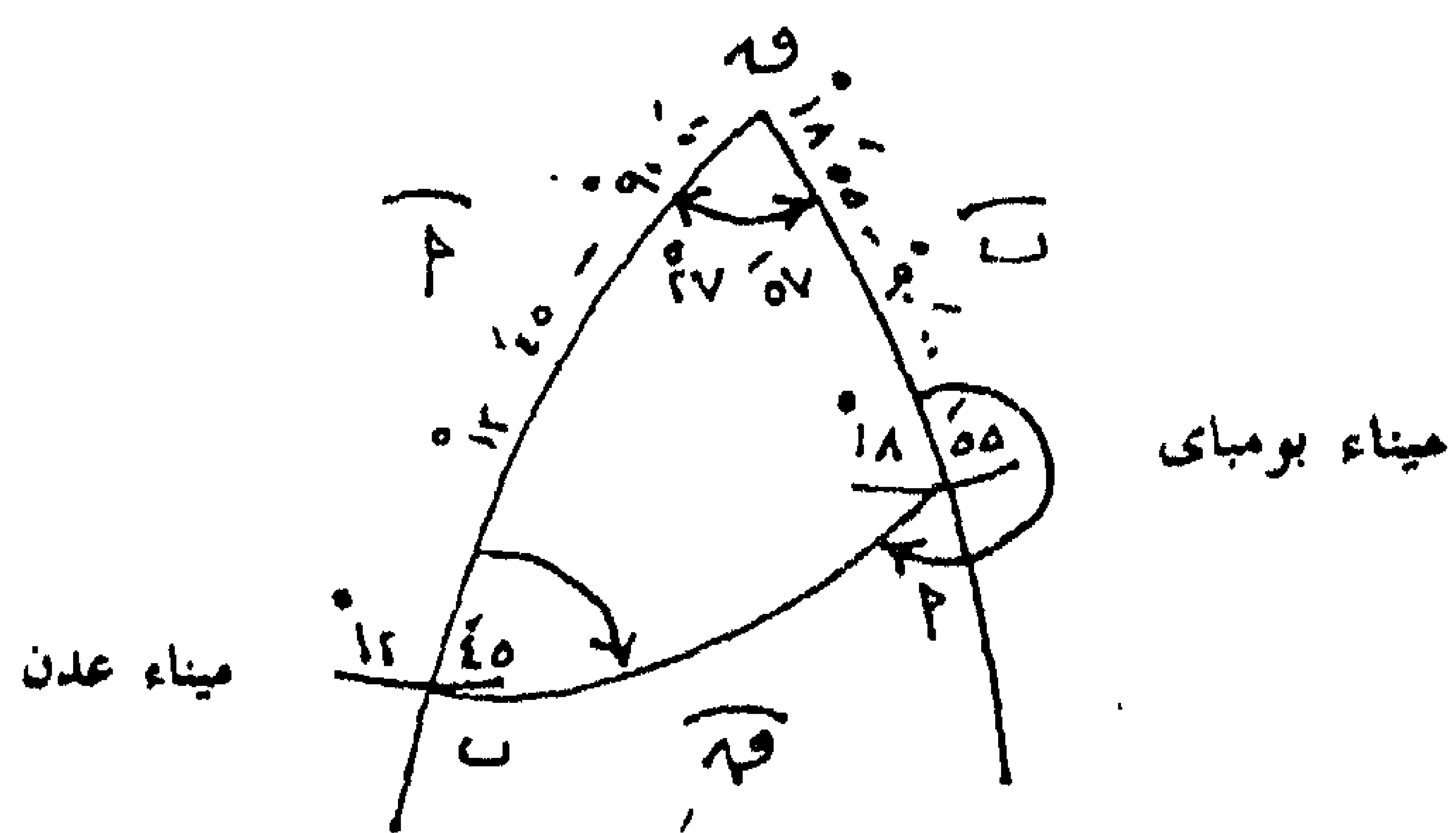
= حتا ٧٧° ١٥′ × حتا ٧١° ٠٥′

+ حا ٧٧° ١٥′ × حا ٧١° ٠٥′ × حتا ٢٧° ٥٧′

حتا ق = ٠,٢٢٠٦٩٧٤ × ٠,٣٢٤١٩٢٦

+ ٠;٩٧٥٣٤٢٣ × ٠,٩٤٥٩٩١١ × ٠,٨٨٣٣٥٦٩




( شكل رقم ٨٦ )

المسافة والاتجاه على المثلث الكروى

حتا $\overline{ق}$ = ٠,٠٧١٥٤٨٤ + ٠,٨١٥٠٤٢٦

حتا $\overline{ق}$ = ٠,٨٨٦٥٩١

$\overline{ق}$ = ٠٧″ ٣٣′ ٢٧°

مسافة الإبحار زاوياً = ٠٧″ ٣٣′ ٢٧°

ولحساب المسافة بين الميناءين بالكيلومترات ، فمن المعروف أن هذه المسافة هي قوس من دائرة عظمى وعلى ذلك فإن الدرجة الواحدة تساوى محيط الكرة الأرضية مقسوماً على ٣٦٠ .

أى أن الدرجة الواحدة على الدائرة العظمى = $\frac{٤٠٠٠٣,٦}{٣٦٠}$ = ١١١,١٢١ كم

∴ مسافة الإبحار بالكيلومترات = المسافة القوسية الزاوية × ١١١,١٢١

= ٠٧″ ٣٣′ ٢٧° × ١١١,١٢١

= ٣٠٦١,٥٩٦ كيلومتراً

ولحساب المسافة بين الميناءين بالأميال البحرية ، فالميل البحرى هو طول قوس من دائرة عظمى مقداره الزاوى دقيقة واحدة . ومن ثم يكون طول الميل البحرى بالكيلومترات مساوياً محيط الكرة الأرضية مقسوماً على ٣٦٠ × ٦٠ .

∴ الميل البحرى = دقيقة واحدة = $\frac{٤٠٠٠٣,٦}{٣٦٠ \times ٦٠}$ = ١,٨٥٢ كم

∴ مسافة الإبحار بالأميال البحرية = ٠٧″ ٣٣′ ٢٧°

= ١٦٥٣,١٣ دقيقة

= ١٦٥٣,١٣ ميلاً بحرياً

أو

مسافة الإبحار بالأميال البحرية = $\frac{\text{المسافة بالكيلومترات}}{\text{طول الميل البحرى بالكيلومترات}}$

= $\frac{٣٠٦١,٥٩٩}{١,٨٥٢}$

= ١٦٥٣,١٣ ميلاً بحرياً

**ثانياً : حساب إتجاه الإبحار :**

يستخدم قانون الجيوب لحساب الإتجاهات من خلال معرفة زوايا المثلث الكروى .

**أ ــ إتجاه الإبحار من ميناء بومباى إلى ميناء عدن .**

المثلث الكروى ف أ ب فيه :

القوس ف = ٠٧″ ٣٣′ ٢٧°

، القوس ب = ٠٠″ ٠٥′ ٧١°

، القوس أ = ٠٠″ ١٥′ ٧٧°

، الزاوية ف = ٠٠ ٥٧′ ٢٧°

، الزاويتان الداخليتان ب ، أ مجهولتان .

وإتجاه الإبحار فى هذه الحالة هو قيمة الزاوية بين القوسين ب ، ف أى الزاوية الداخلية للمثلث الكروى أ .

$$\therefore \frac{\text{جا ق}}{\overline{\text{جا ف}}} = \frac{\text{حا أ}}{\overline{\text{جا أ}}}$$

$$\therefore \text{جا أ} = \frac{\text{جا }\overline{\text{أ}} \times \text{جا ق}}{\text{حا }\overline{\text{ق}}}$$

$$\text{حا أ} = \frac{\text{حا ١٥′ ٧٧°} \times \text{حا ٥٧′ ٢٧°}}{\text{حا ٠٧″ ٣٣′ ٢٧°}}$$

$$\text{حا أ} = \frac{\text{٠,٩٧٥٣٤٢٣} \times \text{٠,٤٦٨٧٠٠٨}}{\text{٠,٤٦٢٥٥٢٥}}$$

$$\text{حا أ} = \frac{\text{٠,٤٥٧١٤٣٧}}{\text{٠,٤٦٢٥٥٢٥}} = \text{٠,٩٨٨٣٠٦٦}$$

$$\therefore \text{أ} = \text{٤٥″ ١٣′ ٨١°}$$

∴ إتجاه الإبحار من ميناء بومباى إلى ميناء عدن هو الزاوية أ الخارجية للمثلث الكروى ف أ ب

= ٠٠″ ٠٠′ ٣٦٠° − ٤٥″ ١٣′ ٨١° = ٤٦′ ٢٧٨°

ب ــ إتجاه الإبحار من ميناء عدن إلى ميناء بومباى :

$$\frac{\text{حا ب}}{\text{حا }\overline{\text{ب}}} = \frac{\text{حا ق}}{\text{حا }\overline{\text{ق}}}$$

$$\text{حا ب} = \frac{\text{حا }\overline{\text{ب}} \times \text{حا ق}}{\text{حا }\overline{\text{ق}}}$$

$$\text{حا ب} = \frac{\text{حا } ٠٥' \; ٧١° \times \text{حا } ٥٧' \; ٢٧°}{\text{حا } ٠٧'' \; ٣٣' \; ٢٧°}$$

$$\text{حا ب} = \frac{٠{,}٤٦٨٧٠٠٨ \times ٠{,}٩٤٥٩٩١١}{٠{,}٤٦٢٥٥٢٥}$$

$$\text{حا ب} = \frac{٠{,}٤٤٣٣٨٦٧}{٠{,}٤٦٢٥٥٢٥} = ٠{,}٩٥٨٥٦٥٣$$

∴ الزاوية ب = ٥٥″ ٢٦′ ٧٣°

∴ إتجاه الإبحار من ميناء بومباى إلى ميناء عدن = الزاوية الداخلية ب للمثلث الكروى = ٥٥″ ٢٦′ ٧٣° .

# الباب الثاني

# مبادئ المساحة

- مقـــــدمة
- الفصل الأول : طرق الرفع بأدوات قياس الأطوال .
- الفصل الثانى : طرق الرفع بقياس الإنحرافات .
- الفصل الثالث : طرق الرفع باللوحة المستوية .
- الفصل الرابع : المساحة بالتيودوليت .
- الفصل الخامس : القياس غير المباشر للأبعاد .
- الفصل السادس : الميزانية .

## مبادىء علم المساحة

يقصد بعلم المساحة ذلك العلم الذى يبحث فى أسلوب رفع الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية من على سطح الأرض ، وبيان مواقعها بالنسبة لبعضها البعض مع بيان حدودها ومعالمها وتفاصيلها .

ويتم ذلك بالقياسات الطولية والزاوية ، ويتبع ذلك معالجة رياضية لتصحيح الأخطاء وتصويبها ، ثم توقيعها وفق مقياس الرسم وبإستخدام الرموز المتفق عليها الموضع والخط والمساحة . توقع هذه القياسات لإنتاج ما يعرف بالخريطة أو المسقط الأفقى لهذه الظواهر ، ومن ثم وجب أن يكون القياس الطولى والزاوى فى المستوى الأفقى . وهو أمر يتعذر مع طبيعة الظواهر الجغرافية على سطح الأرض لذا يلزم اللجوء إلى المعالجة الرياضية لتحويل القياسات المائلة إلى قياسات أفقية .

كذلك فإن علم المساحة يبحث فى أسلوب تحديد البعد الثالث بين النقط المختلفة على سطح الأرض ، ومقارنة إرتفاعات وإنخفاضات هذه النقط عن مستوى المقارنة الثابت .

ويعد علم المساحة أو علم رفع الظواهر من على سطح الأرض من العلوم الأساسية التى تفيد فى مجالات غير جغرافية مثل المشروعات الهندسية ، إذ تعتبر أساساً لها مثل إقامة السدود والخزانات وإنشاء الكبارى ومد الطرق وشق القنوات وإنشاء المدن والموانى والمطارات وتسوية الأراضى فى مجال الزراعة ومشروعات الرى والصرف .

كما تستخدم الأعمال المساحية فى تنفيذ الأعمال الهندسية الإنشائية لتحقيق القياسات المطلوبة ، وللأعمال المساحية أهميتها البالغة فى العمليات العسكرية أيضاً . وعلى ذلك فإن علم المساحة علم يخدم بقية العلوم ويعد أساساً لعدد منها ، كما يمثل الوسيلة الوحيدة لرسم الخرائط العامة والتفصيلية التى تعتبر عنصراً أساسياً من عناصر الدراسات الجغرافية .

# أساليب الرفع المساحى

تتنوع أساليب وطرق الرفع المساحى تبعاً لطبيعة طرق وأدوات الرفع المستخدمة وما يلزمها من معالجة كمية خاصة، وتبعاً لأهمية الخريطة المطلوب رسمها، وتبعاً للمساحة من الأرض المطلوب رفعها. ويتدخل فى إختيار الطريقة المساحية المناسبة الغرض من العمل المساحى وكيف يتحقق بأعلى دقة ممكنة وفى أقل وقت ممكن وبأقل جهد ممكن وأقل تكلفة ممكنة.

**وتنقسم أساليب الرفع المساحى إلى :**

**١ ــ المساحة الجيوديسية :**

وتعتبر من أدق أساليب الرفع المساحى التى تستخدم أعلى أجهزة الرفع المساحى دقة، وتكون المعالجة الكمية للقياسات الناتجة بإستخدام أساليب كمية غاية فى الرقى، إذ يتم التعامل مع سطح الأرض بصورته الطبيعية الحقيقية وأن القياسات والأرصاد المسجلة هى قياسات على الشكل المنحنى الأسفرويدى. ومن ثم لزم تحويلها إلى مقابلها من أبعاد أفقية تمثيلها على الخرائط. ولما كان القياس فى هذا النوع من أنواع العمل المساحى يتم لمسافات تمتد إمتداداً كبيراً على سطح الأرض، يستعان فى ذلك بالأجهزة البصرية المعقدة وطرق القياس غير المباشر ومن ثم توضع خواص الغلاف الغازى وإنكسار الضوء والإنفراج فى الإعتبار عند القياس وعند التعامل مع الأرصاد الناتجة.

ويلزم عند إجراء عمليات الرفع المساحى إنشاء ما يعرف بشبكة المثلثات، وذلك عن طريق تعيين مواقع إعداد من النقط تعرف بنقط المثلثات تشكل فيما بينها عدداً من المثلثات. ويقاس فى هذه الشبكة قياس طولى واحد لخط واحد من خطوط الشبكة يعرف بخط القاعدة، يختار بدقة ويقاس بأعلى درجات قياس الأطوال دقة، إذ أنه بناء على قياس هذا الخط يتم تقدير أطوال جميع خطوط مثلثات الشبكة. ويعتمد فى إنشاء شبكة المثلثات على قياس

الزاويا بين أضلاع المثلثات وذلك بدقة عالية تستخدم فيها ما يعرف بالمساحه الراقية ، ثم يتم حساب أطوال الأضلاع ، وكذلك إنحرافاتها ، ومن ثم حساب مركباتها واحداثياتها بالنسبة لنقطة أصل مختارة لبداية الشبكة ثم يتم توقيع نقط المثلثات على خريطة تعتبر أساساً لكل الأعمال المساحية بطرقها المختلفة ..

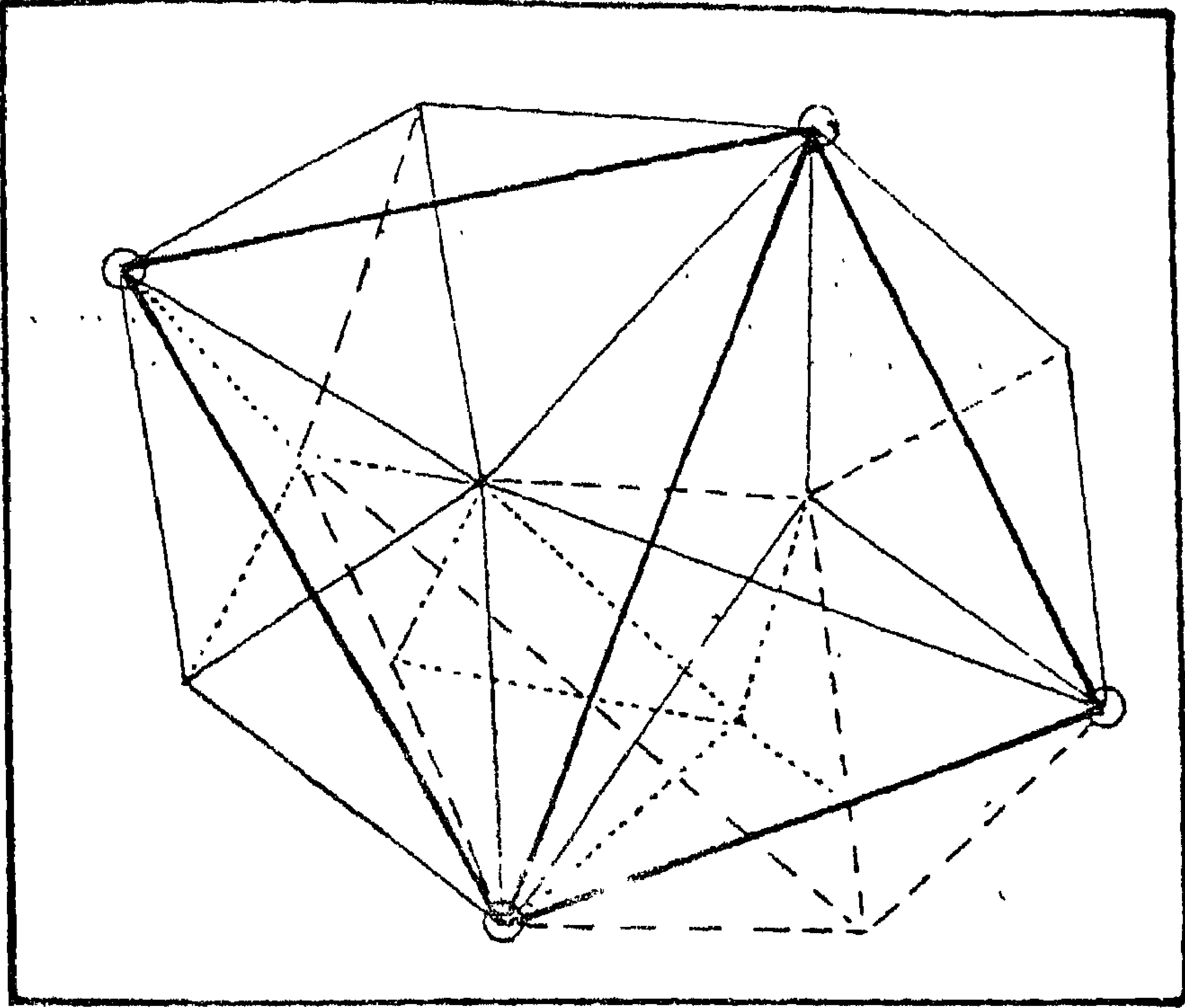
ولما كانت هذه الشبكات تمثل الهيكل الأساسي لإنشاء كل خرائط إقليم معين أو دولة معينة ، وأطوالها كبيرة فإن جميع القياسات تدخل فى الإعتبار الشكل الكرى للأرض . وتعرف هذه الطريقة من طرق الرفع بالمساحة الجيودسية .

وتعرف المثلثات المرفوعة على أساس المساحة الجيوديسية بمثلثات الدرجة الأولى ، ويبلغ متوسط أطوال أضلاعها من ٤٠ ـــ ٨٠ كيلومتراً . ويتم تقسيم هذه المثلثات إلى مثلثات أصغر فى الطول تعرف بمثلثات الدرجة الثانية ، التى تنقسم بدورها إلى مثلثات أصغر تربط عليها تعرف بمثلثات الدرجة الثالثة ، وكذلك إنشاء مثلثات الدرجة الرابعة حتى يصبح طول ضلع المثلث أقل من ٥ كيلومترات لتعرف بمثلثات الدرجة الخامسة التى تعتبر مثلثات المضلعات فى المساحة المستوية التى تعتبر الأرض مستوية السطح ، وتتجاوز عن خصائص الشكل الكروى والتى يتم رفعها بطرق المساحة العادية . ويتم تحشية المثلثات من الدرجة الأصغر إلى الدرجة الأكبر ، فيتم بذلك رفع الاقليم أو الدولة وإنشاء الخرائط المطلوبة . ( شكل رقم ٨٧٠ ) .

## ٢ ـــ المساحة المستوية :

تعتبر المساحة المستوية أساساً للعمل المساحى بعد إجراء المساحة الجيوديسية .

وتعتبر المساحة المستوية هى العمليات السائدة إذ أنها تهتم برفع الظواهر الجغرافية داخل مضلعات هندسية الشكل ، ترتبط متجاورة مرتبطة برؤس شبكة المثلثات بدءاً من مثلثات المضلعات أو مثلثات الدرجة الخامسة وفى هذا الأسلوب المساحى يتم التعامل مع سطح الأرض على أنه سطح مستو وتهمل كروية الأرض نتيجة لصغر المساحة .



( شكل رقم ٨٧ )
شبكة المثلثات

ويستعين الجغرافى بطرق المساحة المستوية فى الرفع والتوقيع لإنشاء الخرائط الطبوغرافية بما توضحه من ظواهر طبيعية وبشرية ، كذلك بيان البعد الثالث، وتفيد هذه الخرائط الجغرافى فى مجالات الدارسات الميدانية ، والتخطيط الإقليمى ، وتحديد إمكانيات التنمية الإقتصادية .

كذلك يستخدم الجغرافى طرق المساحة المستوية فى إنشاء الخرائط التفصيلية ، خرائط تفريد المدن وخرائط فك الزمام .

٣ ــ المساحة البحرية :

وتستخدم طرق المساحة البحرية فى بيان المسطحات البحرية وتوزيع وتضاريس قيعانها بما يحقق الأمان الملاحى . ومن ثم فان ما يميز العمل المساحى

البحرى عن طرق الرفع على اليابس الإهتمام ببيان الأعماق بإستخدام ما يعرف بعمليات الجس على نطاق محدد بالقرب من الشاطىء عند إنشاء الخرائط البحرية المعروفة بالمخططات أو خرائط الإقتراب ، التى ترسم للموانى البحرية وتوضح الأرصفة والمسارات الملاحية إلى الميناء .

وعمليات الجس الواسع لإنشاء الخرائط الخاصة بالملاحة الساحلية ، وفى النوعين يتم الربط بين الظواهر على اليابس بأسلوب المساحة المستوية وبين نقط الأعماق لرسم خطوط العمق المتساوى ، وحركات المد والجزر ، والعلامات الملاحية التى تحدد الطرق الملاحية .

أما فيما يتعلق بالخرائط الملاحية المحيطة فيتم رفع الأعماق على خطوط الملاحة المستخدمة بين موانىء العالم المختلفة .

ويتم رفع الأعماق بإجراء ما يعرف بالجسات التى تتم بإستخدام سلاسل معدنية تلقى فى الماء لتحدد العمق ، أو بإستخدام الموجات الصوتية التى ترسل من فوق سطح الماء وتستقبل ، وبتحديد سرعة الصوت فى الماء ولازمن المستغرق الذى قطعه الصوت يتحدد العمق المطلوب . وبتعيين عدد كبير من هذه النقط يتم رسم خطوط الأعماق بنفس طريقة إنشاء خطوط الكنتور على اليابس .

**٤ ـ المساحة التصويرية :**

يقصد بالمساحة التصويرية رفع الظواهر الجغرافية بإجراء قياسات من الصور الجوية أو الصور الفضائية . ويتميز إسلوب الرفع بإستخدام المساحة التصويرية على طرق المساحة العادية بسرعة الاداء ودقة النتائج ، بل وإمكانية رفع المناطق التى يتعذر رفعها بطرق الرفع الأرضية مثل المناطق وعرة التضاريس ومناطق الغابات والمستنقعات والمناطق التى قد تكون تحت الإحتلال .

وتعتبر المساحة التصويرية حالياً أساساً لإنشاء كل أنواع الخرائط التى توضح كل التفاصيل حتى خرائط إستخدام الأرض بكل ما عليها من

تفاصيل ، والخرائط الطبوغرافية والكنتورية والجيولوجية وخرائط تصنيف التربة . بل وخرائط توزيع وكثافة السكان .

ولما كانت المساحة المستوية هي ما يهم الجغرافي يستعين بطرقها وأساليبها في الدراسات الميدانية ، وتعديل الخرائط بإضافة تفاصيل جديدة أو إمتداد عمراني ، أو تغير في أشكال السطح أو للتخطيط الإقليمي أو المشروعات الهندسية ، ومن ثم فمن الأفضل الإشارة إلى بعض أساليب الرفع البسيطة التي تدخل في إطار المساحة المستوية .

# الفصل الأول

# الرفع بأدوات قياس الأطوال

## المساحة المستوية

من أبسط طرق الرفع فى إطار المساحة المستوية المساحة بطرق قياس الأطوال المعروفة بالمساحة بالجنزير، والمساحة بالبوصلة، والمساحة باللوحة المستوية، والمساحة بالتيودوليت وتستخدم هذه الطرق فى رفع المسقط الأفقى للظواهر الجغرافية، علي حين تستخدم الميزانية فى رفع البعد الثالث.

## أولاً: طرق الرفع بأدوات قياس الأطوال

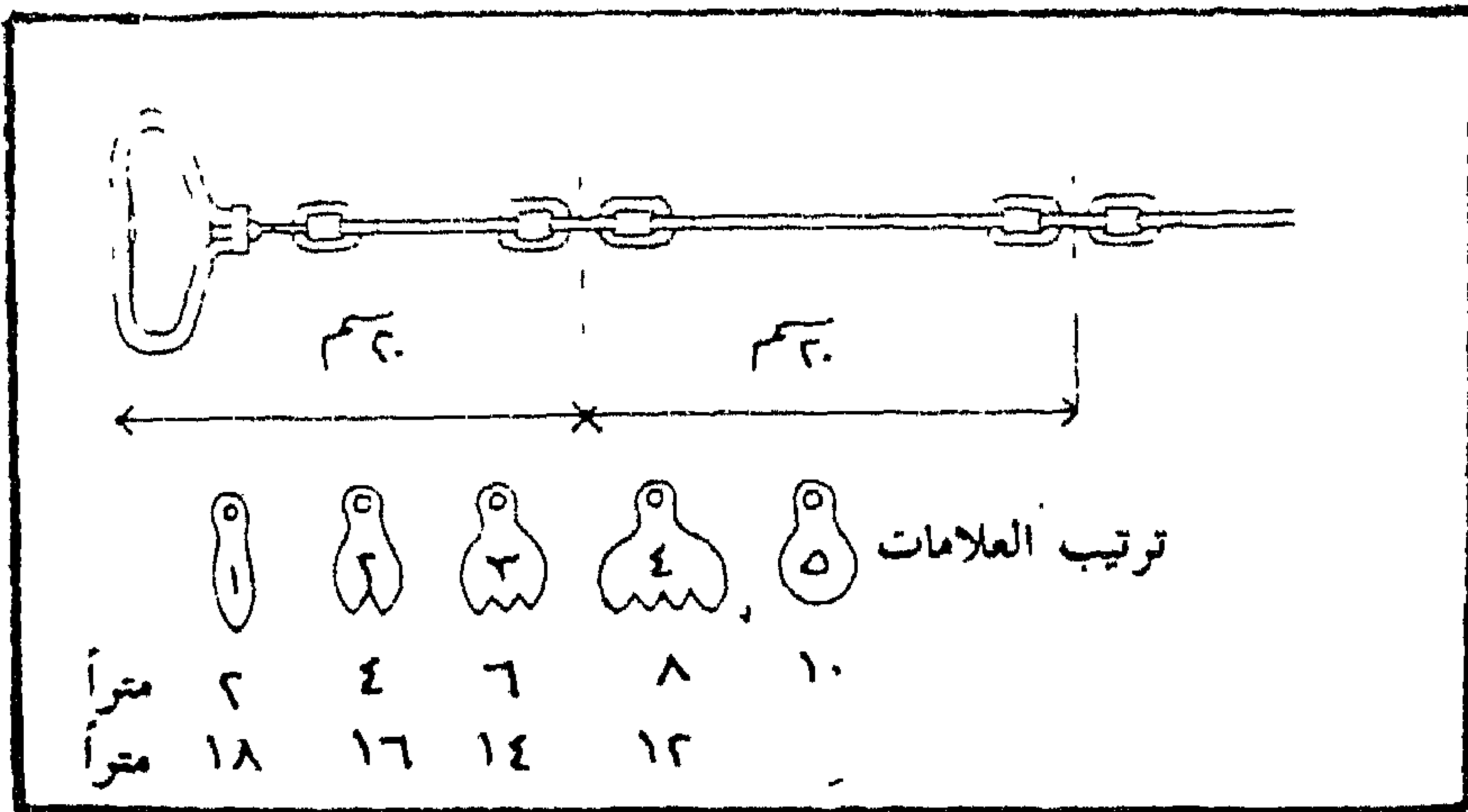
## ( المساحة بالجنزير )

يمثل أسلوب الرفع باستخدام أدوات قياس الأطوال أبسط أنواع الطرق المساحية. وتستخدم فى رفع التفاصيل لمنطقة محدودة المساحة وإن كانت من أقل طرق الرفع دقة، بالإضافة إلي أنها تتطلب الكثير من الوقت والجهد. وقد جري العرف علي تسميتها طريقة الرفع بالجنزير بإعتباره جهازاً مميزاً فى هذه الطريقة.

**أدوات الرفع:**

**١ - الجنزير (السلسلة):**

يستخدم الجنزير فى قياس أطوال المضلع الذى يحيط بالمنطقة المراد رفعها وكذلك فى إجراء عملية رفع التفاصيل حول كل خط من خطوط المضلع، وهى العملية المسماة بعملية التحشية. ويتركب الجنزير من مجموعة من العقل المصنوعة من الصلب تتصل كل عقلة منها بالأخري بواسطة ثلاث حلقات من الصلب. وينتهى طرفاه بمقبضين من النحاس يسجل عليهما طول الجنزير بالمتر، وعادة ما يكون الجنزير بطول ٢٠ متراً وأحياناً ٢٥ متراً.




( شكل رقم ٨٨ )

الجنزير ـــ السلسلة

ويتكون الجنزير بطول ٢٠ متراً من مائة عقلة يبلغ طول كل منها إبتداء من منتصف حلقة الوصل الوسطى بين العقل وبينها البعض ٢٠ سنتيمتراً ، ويعتبر المقبض النحاسي عقلة بطولة ٢٠ سنتيمتراً أيضاً . وبذلك تكون كل عشر عقل بعداً طولياً مقداره مترين . تميز الأبعاد على الجنزير كل مترين بعلامة من النحاس ذات شكل مميز مرتبة من بداية الجنزير حتى منتصفه ، ومن الجانبين حتى يسهل إستخدام الجنزير إبتداء من أى طرف بحيث تكون العلامة رقم ١ التى تدل على طول ٢ متراً ذات سن واحد ، والعلامة رقم ٢ التى تدل على طول ٤ أمتار ذات سنين إثنين ، والعلامة رقم ٣ التى تدل على طول ٦ أمتار ذات ثلاثة سنون ، والعلامة رقم ٤ التى تدل على طول ٨ أمتار ذات أربعة سنون ، والعلامة رقم ٥ التى تدل على طول ١٠ أمتار فى منتصف الجنزير مستديرة الشكل . وتكون قيمة العلامات النحاسية فى النصف الثانى من الجنزير أى بعد علامة المنتصف مساوية ٢٠ ـــ عدد السنون × ٢ من الأمتار . ( شكل رقم ٨٨' ) .

ويطرح الجنزير ( يفرد للقياس ) عن طريق الامساك بالمقبضين باليد

اليسرى والطرح باليد اليمنى ، ثم يفرد بمساعدة زميل للمساح على إمتداد إتجاه الخط المطلوب قياسه . ثم يجمع الجنزير بعد الإستخدام بداية من علامة المنتصف كل عقلتين معاً ثم يربط بحزام خاص من الجلد .

ويمتاز الجنزير بتحمله للعمل الشاق وملاءمته لقياس الأطوال فى الأراضى الوعرة والطينية ، وإن كان يعيبه تعرضه للإنكماش والتمدد بفعل حرارة الجو ، بالإضافة إلى صعوبة مده مفروداً فرداً كاملاً على طول خط القياس مما يجعل من المهم التأكد من طوله الحقيقى قبل كل عملية قياس خشية فقدان بعض العقل أو إنثناء البعض منها أو إنفراج الحلقات ، مما يؤدى إما إلى زيادة أو نقصان الطول الاسمى للجنزير المسجل نقشاً على مقبضيه .

وللتغلب على ذلك يتم تقدير الطول الحقيقى للجنزير فإن كان غير مطابق لطوله الأسمى يتم إجراء عملية القياس بشكل عادى وتعدل القياسات إلى أطوالها الحقيقية بإستخدام العلاقة :

$$\text{الطول الصحيح} = \frac{\text{الطول المقاس} \times \text{الطول الحقيقى للجنزير}}{\text{الطول الاسمى للجنزير}}$$

**مثال :**

قيس خط بإستخدام جنزير طوله الاسمى ٢٠ متراً فكان طول الخط المقاس عبارة عن ١٢ طرحة كاملة وعقلة واحدة بعد العلامة الثالثة قبل علامة المنتصف ، بمعايرة الجنزير تبين وجود نقص فى طوله الاسمى مقداره ٦ سنتيمترات ، فما هو الطول الحقيقى للخط .

طول الخط المقاس :

عدد الطرحات الكاملة × ٢٠ = ١٢ × ٢٠,٠٠ = ٢٤٠,٠٠ متراً

الطول حتى العلامة الثالثة = ٣ × ٠٠,٢٠ = ٦,٠٠ متراً

طول عقلة واحدة = ١ × ٠٠,٢٠ = ٠٠٠,٢٠ متراً

طول الخط = ٢٤٠,٠٠ + ٦,٠٠ متراً

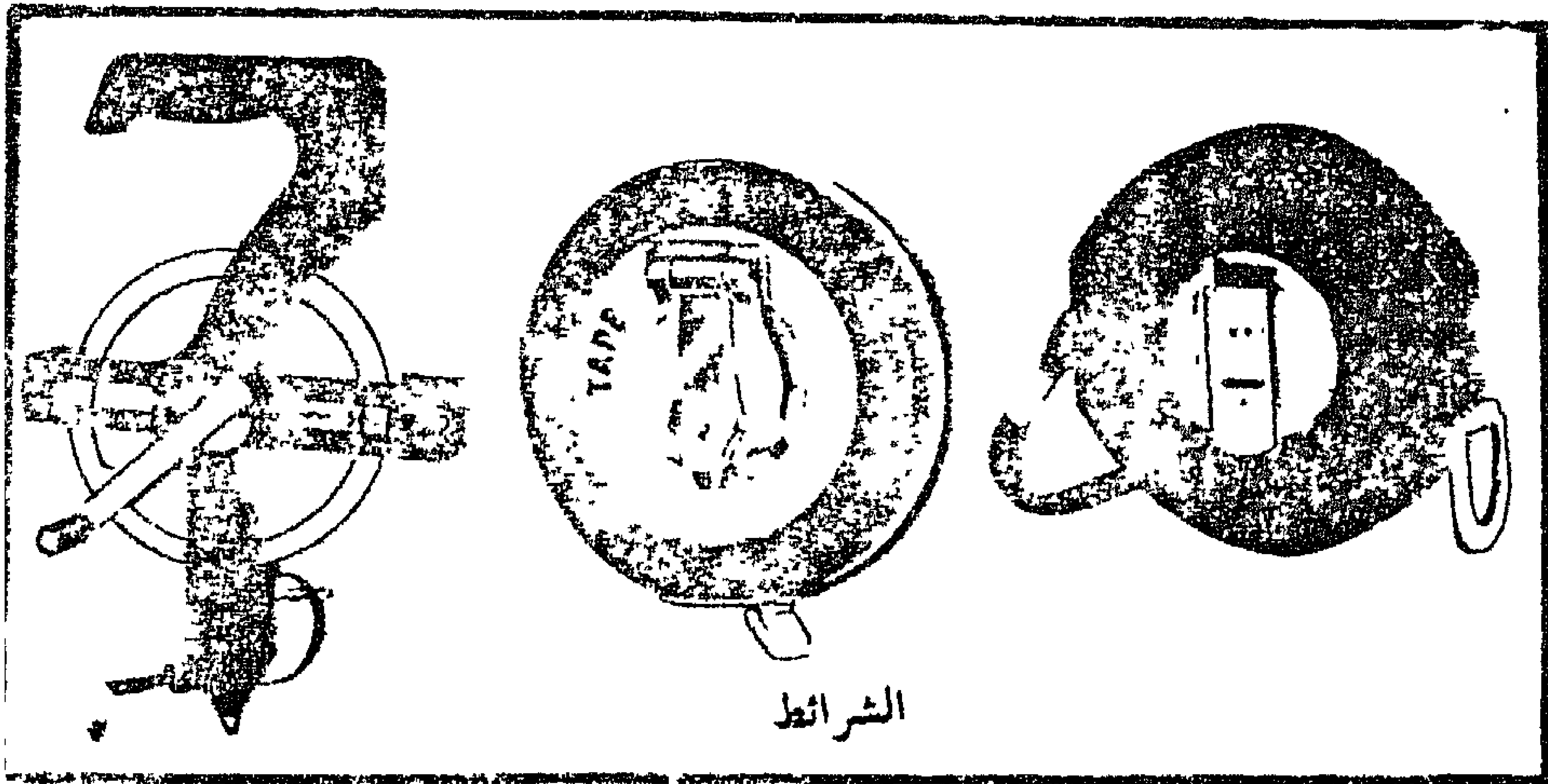
= ٢٤٦,٢٠ متراً

الطول الصحيح = $\frac{\text{الطول المقاس} \times \text{الطول الحقيقي للجنزير}}{\text{الطول الأسمى}}$

الطول الصحيح = $\frac{٢٤٦,١٠ \times ١٩,٩٤}{٢٠}$ = ٢٤٥.٤٦١ متراً

**٢ ـ الشرائط :**

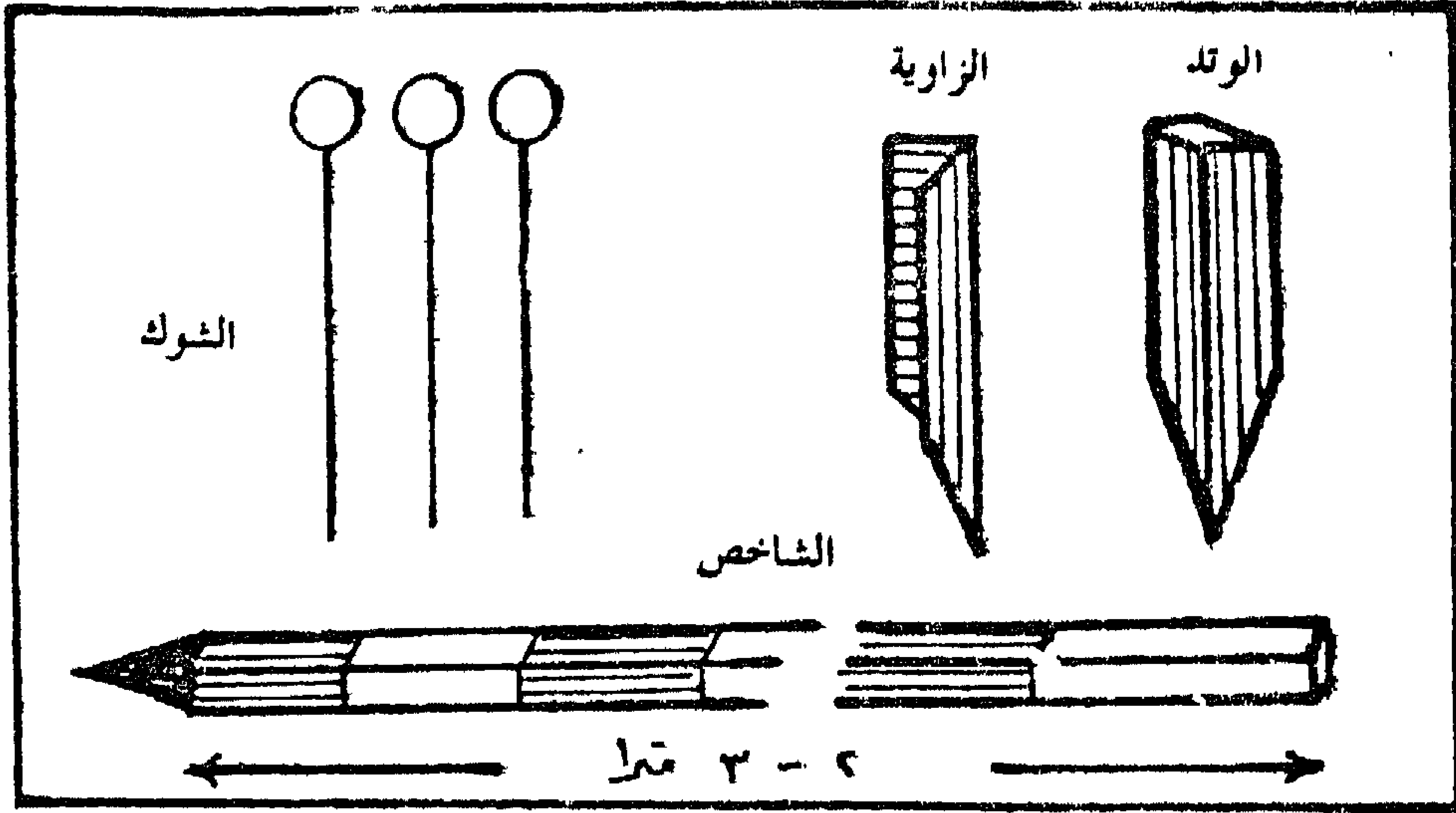
الشرائط هي أدوات لقياس الأطوال تتكون من التيل ، والبعض منها يصنع من الصلب ، والبعض الثالث يصنع من سبائك معدنية تعطى أقل معامل تمدد ممكن . والشرائط تصنع بأطوال من ٢ متر إلى ٥٠ متراً ، ويقسم الشريط ليستخدم في القياس بصورة أدق من الجنزير فأحد أوجه الشريط تقيس بوحدات القياس الفرنسية إلى أمتار وديسيمرات وسنتيمترات ، والوجه الآخر مقسم تبعاً لوحدات القياس الإنجليزية الأقدام والبوصات . وتستخدم الشرائط لقياس المسافات القصيرة كما يمكن أن يحل محل الجنزير إلا أنه أخف منه وزناً مما يجعله أكثر تأثراً بظروف الجو كشدة الرياح . كما يستخدم الشريط الصلب للقياسات التي تتطلب قدراً من الدقة ، على حين يستخدم شريط السبيكة ( انفار ) في قياس الأطوال التي تتطلب قدراً عالياً من الدقة مثل خطوط القواعد في المضلعات . ( شكل رقم ٨٩ ) .




بعض أنواع شرائط القياس ( شكل رقم ٨٩ )

٣ ـــ أدوات التوجيه :

ويقصد بأدوات التوجيه الأدوات التى تحدد إتجاهات الخطوط وتساعد على قياس الخطوط الطويلة على أقسام تقع جميعها على إتجاه خط القياس. ( شكل رقم '٩٠' ) .




( شكل رقم /٩٠' )
الشوك والأوتاد والشواخص

ـــ الأوتاد :

وتتكون الأوتاد من قطع خشبية بطول نحو ٥٠ سم مكعبة المقطع مدببة الطرف ليسهل تثبيتها فى الأراضى الرخوة ، وتصنع على هيئة زوايا حديدية لتثبيتها فى الأراضى الصلبة . وتستخدم الأوتاد لتحديد بدايات خطوط المضلعات ونهاياتها ، أى فى تحديد نقط رءوس المضلعات التى تنشأ لرفع المناطق بأساليب المساحة المستوية المختلفة .

ـــ الشواخص :

وتتكون من أعمدة من الخشب قد تكون مضلعة أو إسطوانية المقطع بقطر

نحو ٥ سم وبطول من ٢ ـــ ٣ متراً ، وقد تصنع من معدن خفيف كالألومنيوم وتنتهى فى أسفلها بقواعد حديدية لتثبيتها فى الأراضى الرخوة أو يستعان بحوامل ثلاثية لإقامتها فوق النقط فى حالة الأراضى الصلبة .

وتلون الشواخص بإعتبارها علامات مساحية بألوان متميزة تبادلية بين الأحمر والأبيض ، أو الأسود والأبيض ليمكن تمييزها وفى حالة طول المسافة تزود بشرائط ملونة تحركها حركة الهواء .

وتستخدم الشواخص فى تحديد الخطوط المطلوب قياسها كأداة للتوجيه يتم الرصد عليها ، كما تستخدم فى إقامة وإسقاط الأعمدة فى عملية رفع التفاصيل ( التحشية ) ، وكذلك فى الرصد عليها عند الرفع بقياس الإنحرافات أو الزوايا .

**ـــ الشوك :**

تتكون الشوك من أسياخ مصنوعة من المعدن بطول نحو ٤٠ سم تمسك من طرف على شكل حلقة ، على حين ينتهى طرفها الثانى بسن مدبب ليمكن من غرسها على طول خط القياس . وتستخدم فى تحديد مواضع النقط كما تستخدم كعلامات للرصد عليها ، كذلك لتحديد عدد طرحات الجنزير أو الشريط عند قياس الأطوال .

## قياس الخطوط بالجنزير

**١ ـــ قياس خط أقصر فى طوله من جنزير كامل : ( شكل رقم ٩١ ) :**

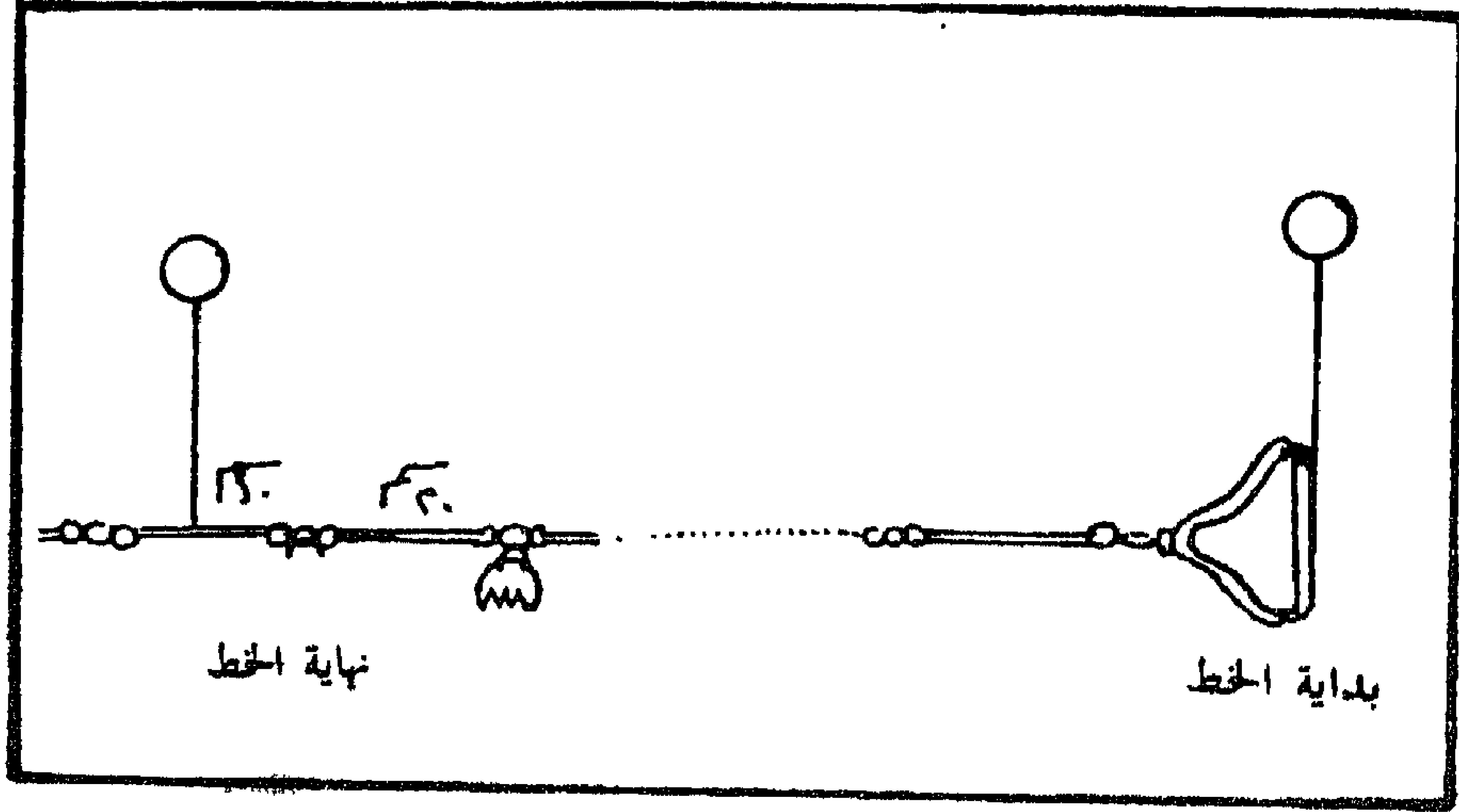
أ ـــ تحدد نقطتى بداية ونهاية الخط بإستخدام الأوتاد أو الشوك أو الشواخص .

ب ـــ يطرح الجنزير ويفرد بحيث يكون مقبض البداية عند علامة بداية الخط المطلوب قياسه وإمتداده بعد علامة نهاية الخط مع التأكد من فرد الجنزير فرداً كاملاً .

جـ ـــ تعيين العلامة النحاسية التى تسبق وتد النهاية وعدد العقل الكاملة

ويقدر الجزء من العقلة ( أو يقاس بمسطرة صغيرة ) حتى نقطة تقاطع وتد نهاية الخط مع الجنزير .

د ـــ طول الخط = العلامة الرابعة × ٢,٠٠ = ٨,٠٠ متراً
= عقلة كاملة ونصف × ٠,٢٠ = ٠,٣٠ متراً
= ٨,٣٠ متراً

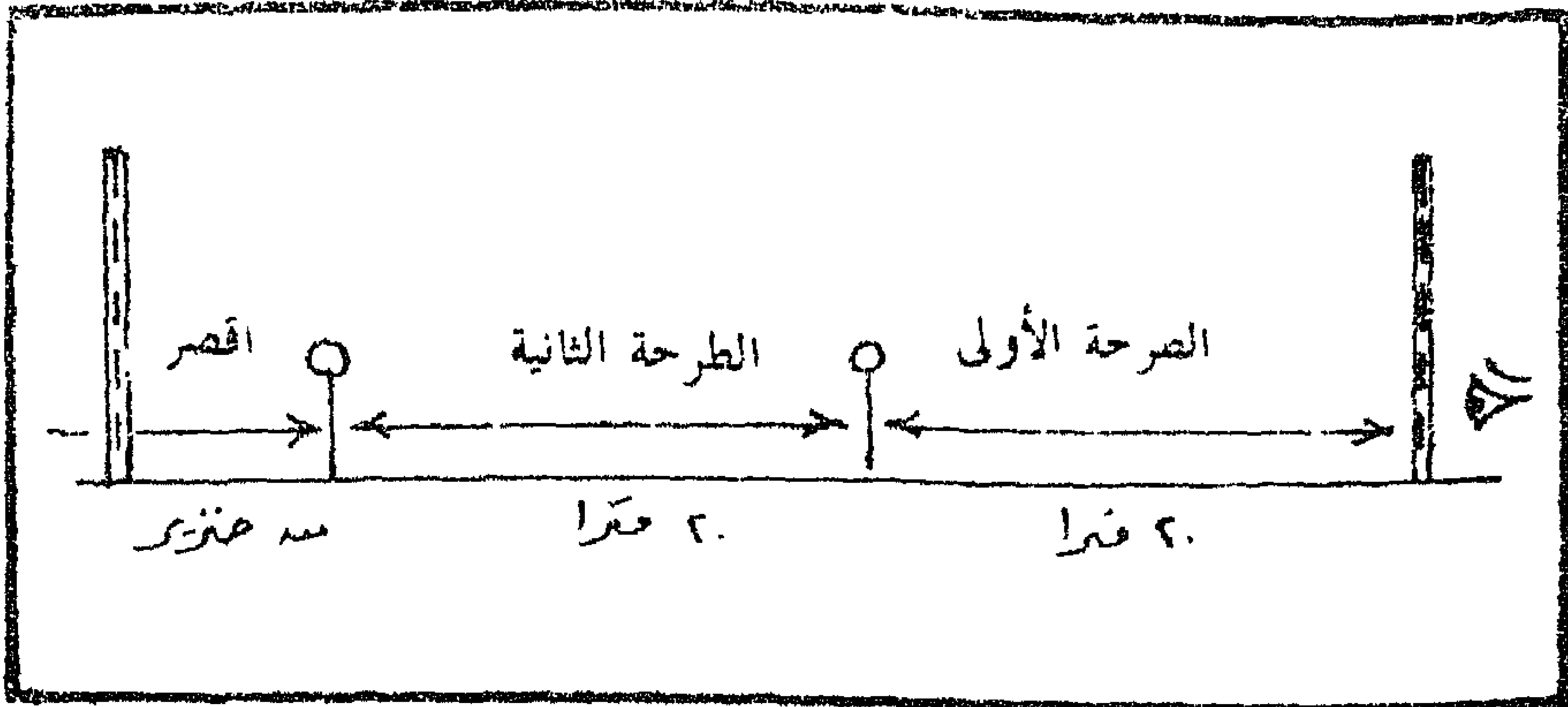



( شكل رقم ٩١ )
قياس خط طوله أقصر من جنزير

**٢ ـــ قياس خط أطول من جنزير : ( شكل رقم ٩٢ )**

أ ـــ تحدد بداية الخط ونهايته بشاخصين لتحديد خط إتجاه على إمتداد الخط المطلوب قياسه .

ب ـــ يطرح الجنزير ويفرد على إمتداد خط القياس فرداً كاملاً ، ويقوم المساح بتثبيت مقبض البداية على بداية الخط ويتحرك مساعده فى إتجاه وتد النهاية ممسكاً بعدد معلوم من الشوك ، ويتعاون المساح ومساعده فى توجيه الجنزير على خط القياس بأن يثبت المساعد شوكة عند مقبض الجنزير ويقوم المساح بتوجيهه على طول خط النظر بين شاخصى البداية




**( شكل رقم ٩٢ )**

**قياس خط طوله أطول من جنزير**

والنهاية ، وبذلك يكون قد تم قياس وحدة من طول الخط تساوى طول جنزير كامل أى ٢٠ متراً .

جـ ـــ يترك المساعد الشوكة ويتحرك ومعه المساح على خط القياس فى إتجاه نهاية الخط حتى يصل المساح لموقع الشوكة التى ثبتها المساعد التى تحدد نهاية الطرحة الأولى للجنزير . يبدأ المساح بالإستعانة بالشوكة وشاخص النهاية تحديد خط نظر موازى لخط القياس ويوجه المساعد ليثبت الشوكة الثانية عند نهاية الجنزير على إمتداد خط القياس .

د ـــ يبدأ المساعد فى التحرك مرة ثالثة ويتبعه المساح بعد أن يحتفظ بالشوكة الأولى التى تدل على طرح الجنزير طرحة كاملة . تكرر الخطوات حتى يتبقى من الخط جزء أقصر من جنزير يتم قياسه بطريقة قياس خط أقصر فى طوله من جنزير كامل .

هـ ـــ بعد الشوك مع المساح يتحدد عدد الطرحات الكاملة التى تم قياسها من طول الخط ( يتم التأكد من عدد الشوك بمعرفة ما تبقى من شوك مع مساعد المساح حتى لا تسقط طرحة كاملة من الحساب بسبب السهو فى جمع الشوك من على طول الخط بمعرفة المساح ) .

و ـــ يكون طول الخط مساوياً عدد الطرحات الكاملة × ٢٠ متراً مضافاً إليه الجزء من الخط الذى يقل فى طوله عن جنزير كامل .

ط ـــ يعاد القياس فى الإتجاه المخالف لإتجاه القياس من نهاية الخط فى إتجاه بدايته بنفس الخطوات ويكون طول الخط المقاس مساوياً لمتوسط مجموع الطولين المقاسين ضماناً للدقة فى إجراء عملية القياس .

## عقبات قياس الأطوال

### أولاً : إنحدار الأرض :

تعتمد المساحة المستوية على القياسات الطولية والزاوية التى توقع على الخرائط ومن المعروف أن إستواء الأرض أفقياً أمر غير وارد فى الطبيعة ، ومن ثم فإن معظم القياسات تتم على أراضى منحدرة وجب تحويلها إلى قياسات أفقية ويتبع فى ذلك :

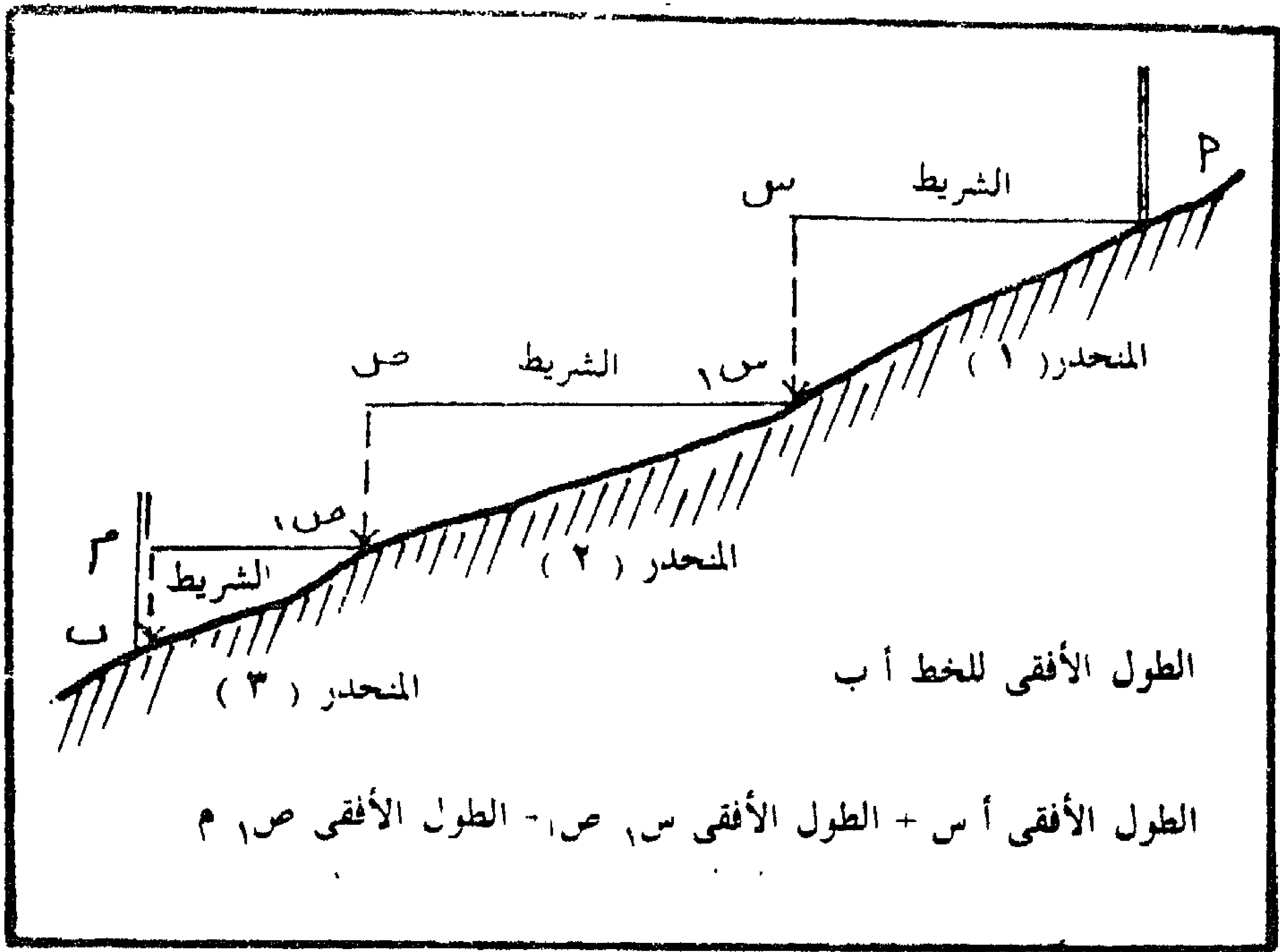
#### أ ـــ الطريقة المباشرة :

١ ـــ يتم فى هذه الطريقة قياس الخط بتحويل القياسات على الأرض المنحدرة إلى ما يقابلها أفقياً مباشرة على الطبيعة ، ويستعان فى هذه الطريقة بشريط وميزان تسوية وخيط شاغول .

٢ ـــ يتم تقسيم الخط إلى أقسام تبعاً لنوع الإنحدار بحيث ينقسم طول الخط إلى أقسام تتصف بانتظام الإنحدار .

٣ ـــ يتم قياس الجزء الأول من المنحدر بأن يثبت المساح طرف الشريط على قمة المنحدر ويتحرك مساعده على المنحدر مع شد الشريط حتى مستوى النظر أو حتى نهاية المنحدر ، يشد الشريط أفقياً ويمكن الإستعانة بميزان للتسوية . يقوم المساعد بواسطة خيط الشاغول بتوقيع نقطة طرف الشريط لتحدد المسافة التى تم قياسها قياساً أفقياً لتقابل جزءاً من الخط على الأرض المنحدرة .

٤ ـــ يكرر العمل على طول المسافة المائلة لكل منحدر على حدة ويكون الطول الأفقى للخط هو محصلة الأطوال الأفقية التى تم قياسها . ( شكل رقم ٩٣ ) .




( شكل رقم ١٩٣ )

الطريقة المباشرة لقياس الخطوط على المنحدرات

**ب ـ الطريقة الحسابية .**

١ ـ يتم تقسيم الخط إلى أقسام تبعاً لنوع المنحدر كل قسم منها يمثل إنحداراً منتظماً .

٢ ـ تقاس المسافة المائلة على كل جزء ينحدر إنحداراً منتظماً ويقاس البعد الرأسى ( فرق المنسوب ) بين بداية المنحدر ونهايته ( س س َ ـ ص ص َ ـ م ب ) .

٣ ـ يحسب الطول الأفقى لكل منحدر من العلاقة

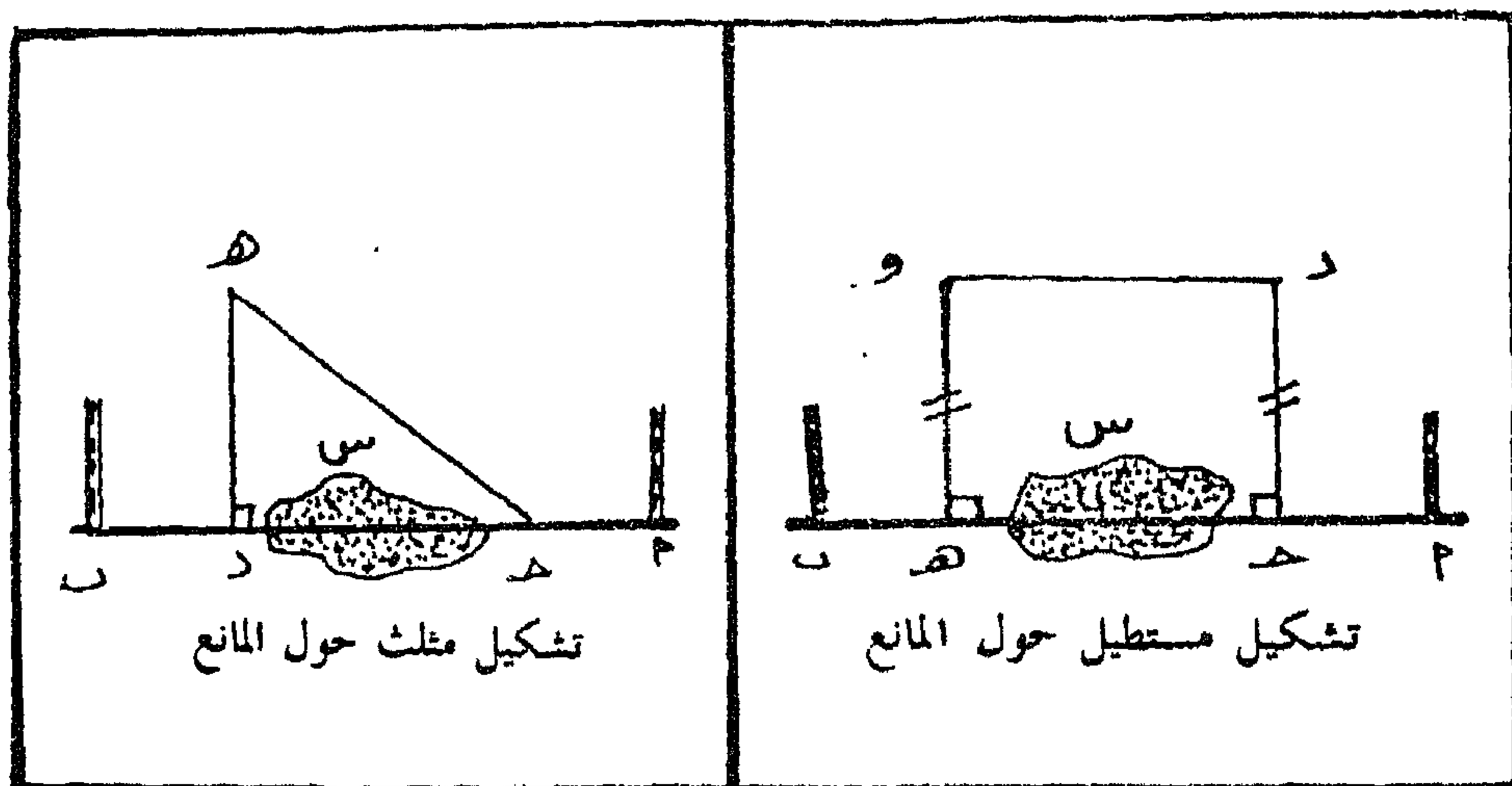
الطول الأفقى = $\sqrt{\text{مربع المسافة المائلة} - \text{مربع فرق المنسوب}}$ .

٤ ـ فى حالة إمكانية قياس درجة الإنحدار بإستخدام جهاز الكلاينومتر يحسب الطول الأفقى لكل منحدر من العلاقة .

الطول الأفقى = الطول المقاس على المنحدر × حتا درجة ..

ثانياً : وجود مانع يعوق القياس المباشر : ( شكل رقم ٩٤١ ) :

قد يوجد مانع على طول خط القياس يعوق قياس جزء من الخط ، ولا يعترض التوجيه مثل وجود بركة أو سبخة أو منطقة عمل .




( شكل رقم ٩٤١ )

التغلب على مانع يعوق القياس المباشر

ـــ خط القياس أ ب يعترض قياسه قياساً مباشراً المانع المظلل الذى يعترض عملية القياس بالجنزير على طول إمتداد خط القياس وللتغلب على هذه العقبة يتم ذلك عن طريق :

١ ـــ يقاس الخط من أ إلى جـ قياساً مباشراً ومن نقطة جـ يقام العمود جـ د على الخط أ ب بطول يتعدى طول المانع س .

٢ ـــ من نقطة هـ على إمتدادُ خط القياس أ ب يقام العمود هـ و بطول يساوى طول العمود جـ د .

٣ ـــ الخط د و يمثل طولاً للمستطيل د جـ هـ و يساوى الطول المقابل جـ هـ

ويقاس حـ د و يتم الحصول على جزء من خط القياس الذى يعترض العائق قياسه

٤ ـــ يستكمل قياس الخط هـ ب قياساً مباشراً

٥ ـــ وبذلك يكون طول الخط عبارة عن أطوال الأجزاء :

أ حـ + د و + هـ ب

ويمكن إتباع هذه الطريقة .

١ ـــ يتم قياس الخط أ حـ قياساً مباشراً ويتم تحديد نقطة على خط القياس ولتكن النقطة جـ .

٢ ـــ بعد تخطى العائق ومن نقطة د على خط القياس يقام العمود د هـ بطول يتعدى إمتداد العائق .

٣ ـــ يتم قياس البعد هـ جـ الذى يمثل وتراً فى المثلث هـ حـ د قائم الزاوية فى د .

٤ ـــ يحسب طول الخط حـ د من العلاقة :

$$\text{طول حـ د} = \sqrt{(\text{حـ هـ})^2 - (\text{هـ د})^2}$$

٥ ـــ طول الخط أ ب عبارة عن محصلة الأطوال :

أ حـ + حـ د ( المحسوب ) + د ب

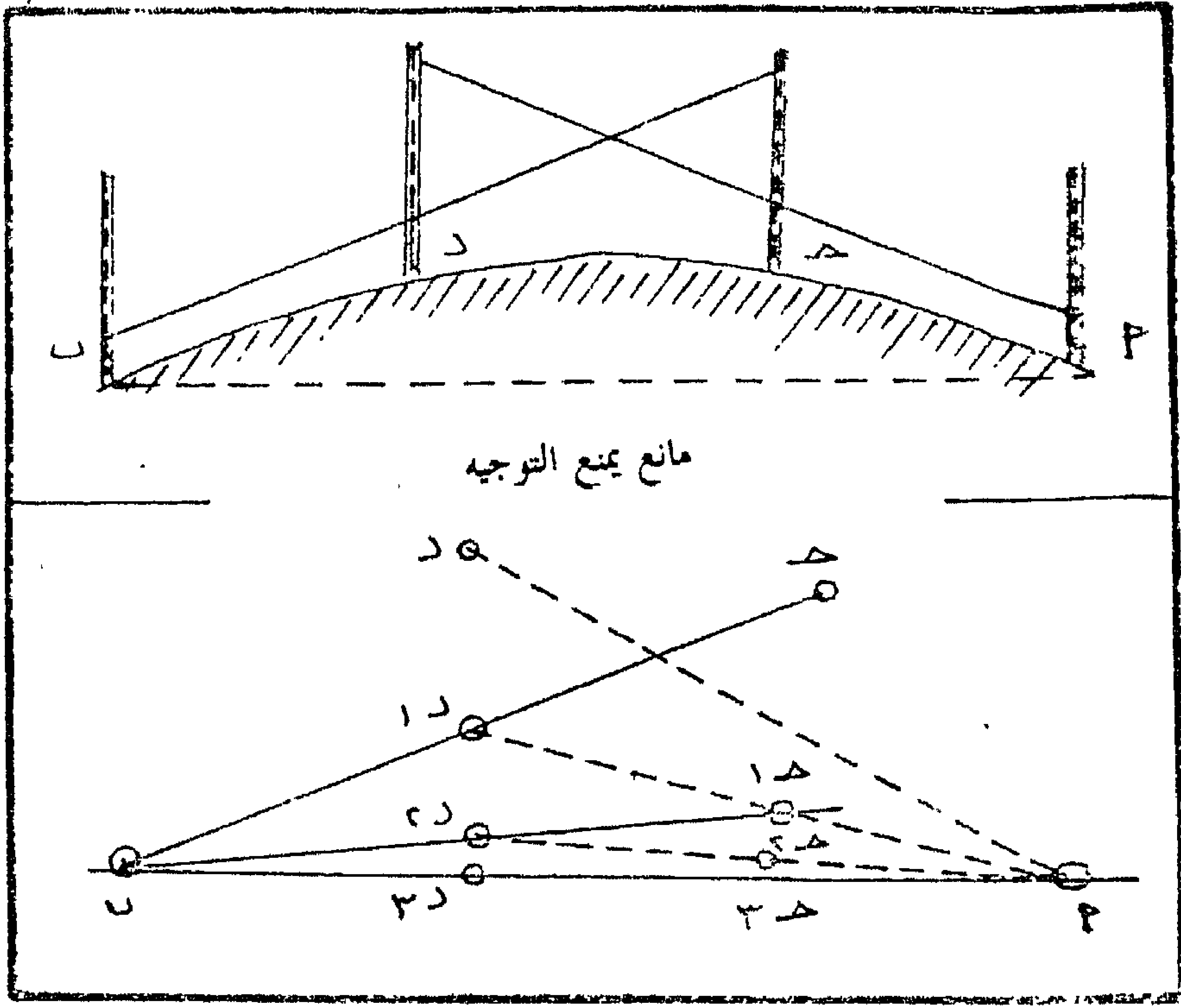
## ثالثاً : وجود مانع يعوق التوجيه : ( شكل رقم ١٩٥ ) :

فى حالة وجود مانع يعوق إجراء عملية التوجيه التى تعد أساسية لقياس الخط كوحدات تمتد على إستقامة واحدة مثل منحدر قبابى أو تلالى ولقياس هذا الخط وليكن أ ب تتبع الخطوات الآتية :

١ ـــ يثبت شاخص على سطح المنحدر عند نقطة د بحيث يمكن التوجيه من نقطة أ على نقطة د .

٢ ـــ يثبت شاخص على سطح المنحدر عند نقطة حـ بحيث يمكن التوجيه من نقطة ب على نقطة حـ .

٣ ـــ ينقل الشاخص عند د إلى الموضع $د_1$ على خط النظر بين ب ، حـ . وينقل الشاخص عند حـ إلى الموضع $جـ_1$ على خط النظر بين أ ، $د_1$ .




( شكل رقم ٩٥ )

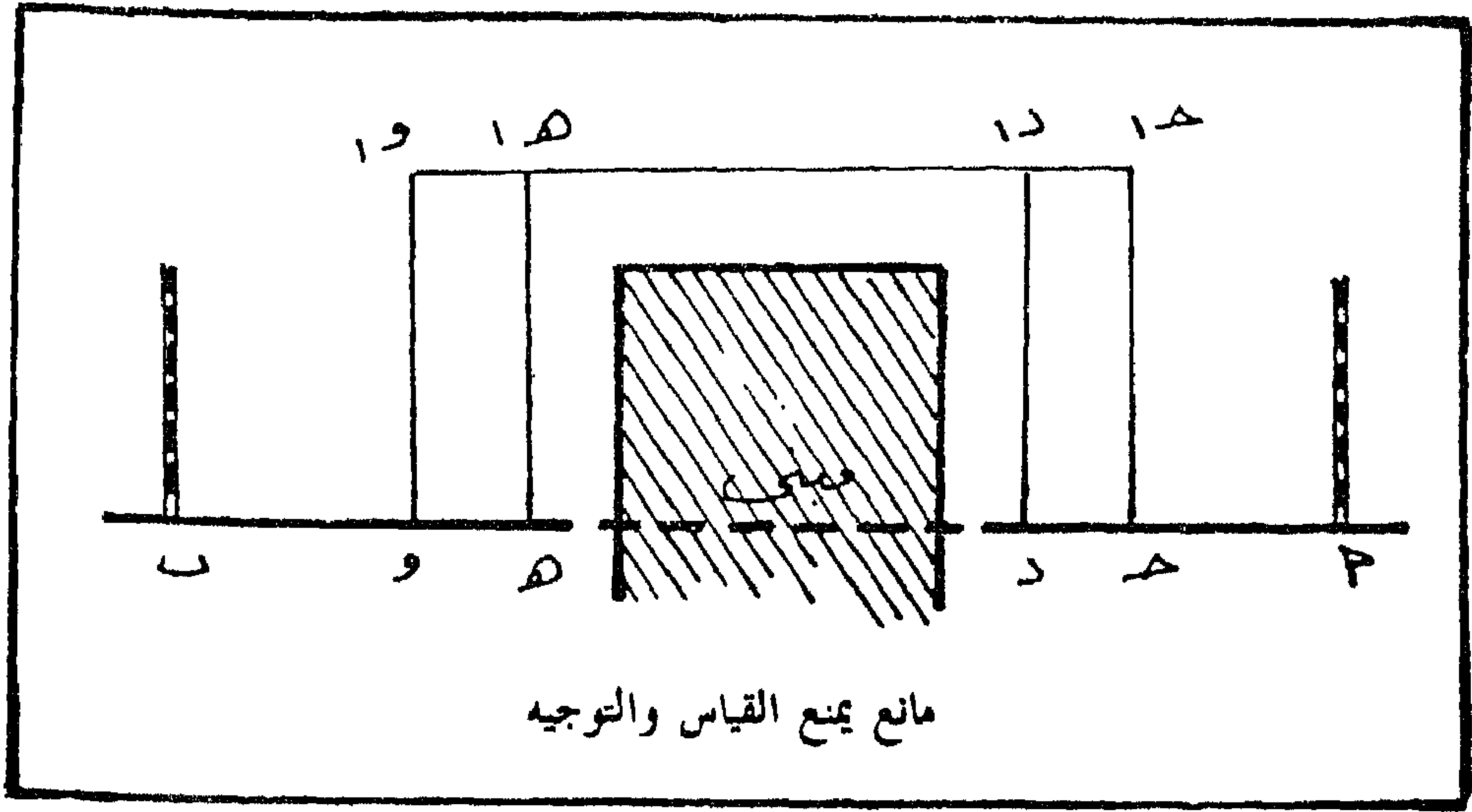
التغلب على مانع يعوق التوجيه

٤ — ينقل الشاخص د١ إلى الموضع د٢ على خط النظر بين ب ، حـ١ وينقل الشاخص عند حـ١ إلى الموضع حـ٢ على خط النظر بين أ ، د٢ .

٥ — يكرر العمل حتى تصبح النقطة حـ٣ على خط النظر أ د٣ ، النقطة د٣ على خط النظر ب حـ٣ وبذلك تكون النقط أ ، حـ٣ ، د٣ ، ب على إستقامة واحدة وفى نفس الوقت يمكن التوجيه على أقسام الخط أ حـ٣ . حـ٣ د٣ ، د٣ ب .

رابعاً : وجود عائق يمنع القياس ويمنع التوجيه : ( شكل رقم ٩٦ ) .

تعتبر المبانى من العوائق التى قد تعترض إمتداد الخطوط فتحول بين إمكانية قياس الخط قياساً مباشراً ، وتمنع الرؤية بين طرفيه فتعوق التوجيه . ويتم قياس مثل هذه الخطوط بإتباع الخطوات الآتية :



مانع يمنع القياس والتوجيه

( شكل رقم ٩٦ )

التغلب على مانع يعوق القياس المباشر والتوجيه معاً

١ ـــ يقاس الخط من أ وحتى نقطة د قياساً مباشراً .

٢ ـــ من نقطة حـ يقام العمود حـ حـ$_1$ ومن نقطة د يقام العمود د د$_1$ بحيث يكون العمود حـ حـ$_1$ مساوياً فى الطول للعمود د د$_1$ .

٣ ـــ من حـ$_1$ وبالإستعانة بالنقطة د$_1$ يتم توجيه خط يتجاوز فى طوله طول المبنى ومن نقطة هـ$_1$ على هذا الخط يتم إسقاط العمود هـ$_1$ هـ ومن نقطة و يتم إسقاط العمود و$_1$ و متساويان فى الطول ومساويان للعمودين حـ حـ$_1$ ، د د$_1$ وبذلك تكون النقطتان هـ ، و على إمتداد الخط أ حـ د .

٤ ـــ طول الخط أ ب يساوى محصلة أطوال الخطوط :

أ د ( قياس مباشر ) + د$_1$ هـ$_1$ ( المقابل للحزء د هـ ) + هـ ب ( قياس مباشر ) .

# أساليب إقامة وإسقاط الأعمدة

تعتمد طريقة الرفع بقياس الأطوال على قياس الخطوط وعلى عمدة النحشية على هذه الخطوط لرفع التفاصيل . يتم ذلك بإقامة أو إسقاط الأعمدة من الظواهر المطلوب رفعها وتوقيعها على الخرائط إلى خطوط المضلع أو ما يعرف بخطوط الجنزير . ومن أهم طرق إقامة وإسقاط الأعمدة الطرق الآتيه :

**١ ــ الشريط :**

تعتمد هذه الطريقة على تطبيق نتائج بعض النظريات الهندسية البسيطة ومنها :

**أ ــ أقصر بعد بين نقطتين هو البعد العمودى بينهما ، وتستخدم هذه العلاقة فى إسقاط الأعمدة من النقط إلى خط الجنزير ، وذلك بإستخدام الشريط .**

ــ ويتم إسقاط العمود بتثبيت بداية الشريط عند النقطة المطلوب إسقاط العمود منها ثم فرد الشريط بطول يتجاوز البعد بين النقطة وبين خط الجنزير .

ــ يتم تحريك الشريط ليقطع خط الجنزير ومتابعة تدريج الشريط فنلاحظ تناقص الطول بإستمرار فى إتجاه معين نستمر فى الحركة حتى النقطة التى تبدأ قراءة الشريط بعدها فى التزايد .

ــ تكون هذه النقطة هى مسقط النقطة المطلوب إسقاط العمود منها ويكون البعد بينهما هو البعد العمود المطلوب .

**ب ــ العلاقات الخاصة بالمثلث متساوى الساقين :**

من المعروف هندسياً أن منصف قاعدة المثلث متساوى الساقين هو العمود الساقط على هذه القاعدة من الرأس المقابل وتطبق هذه القاعدة لإسقاط وإقامة الأعمدة على خط الجنزير بإستخدام الشريط .

- من النقطة المطلوب إسقاط العمود منها يتم فرد الشريط بطول مناسب وتثبت بداية الشريط عند هذه النقطة ، بالطول المختار يتم قطع خط الجنزير في نقطتين في جهتين مختلفتين ويتم تنصيف البعد بينهما الذى يمثل قاعدة المثلث متساوى الساقين فتكون نقطة التصنيف هذه هي مسقط العمود المطلوب .

يتم تطبيق الطريقة بطريقة عكسية في حالة إقامة الأعمدة من خط الجنزير .

## جـ - العلاقة بين أضلاع المثلث قائم الزاوية :

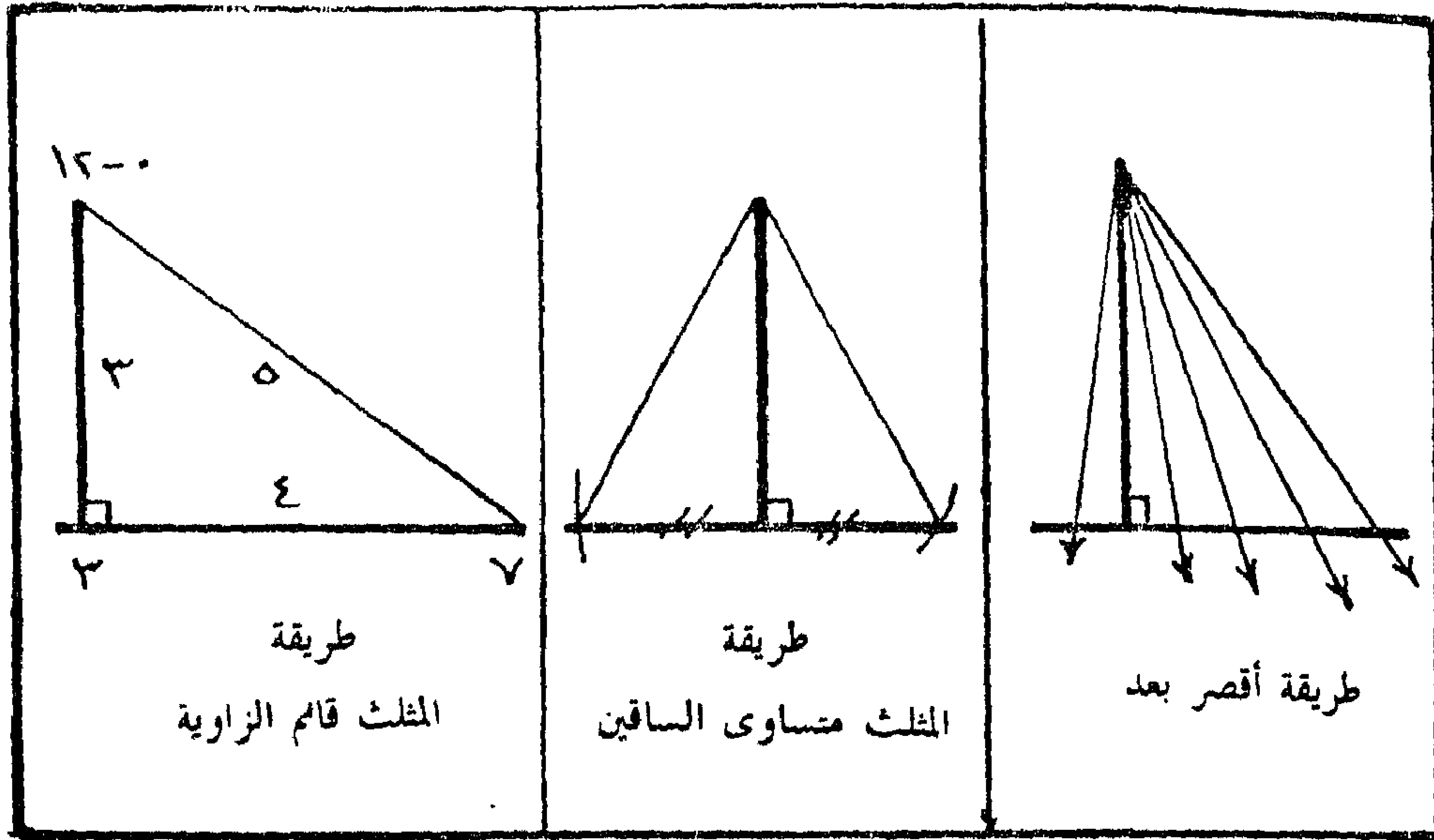
من المعروف أن العلاقة بين أضلاع المثلث قائم الزاوية كالعلاقة ٣ : ٤ : ٥ وبتطبيق هذه القاعدة يمكن إسقاط وإقامة الأعمدة على خط الجنزير ويتم إسقاط الأعمدة من نقطة على خط الجنزير بإتباع الخطوات الآتية :

- يتم فرد طول من الشريط يساوى ( ٣ + ٤ + ٥ متراً ) ١٢ متر .
- تثبت بداية الشريط مع نهاية الطول المحدد ( صفر ، ١٢ متراً ) عند النقطة المطلوب إسقاط العمود منها .
- يقوم مساعدان أحدهما يمسك بالشريط عند العلامة ٣ والثانى عند العلامة ٧ أمتار .
- يشد المساعدان الشريط فيتشكل الشكل الهندسى للمثلث قائم الزاوية فيكون البعد بين نقطة الإسقاط وبين خط الجنزير هو البعد العمودى المطلوب .

ويتم التشكيل بحيث تكون قاعدة المثلث منطبقة على خط الجنزير في حالة إقامة الأعمدة ورأس القائمة عند نقطة الإقامة . ( شكل رقم ٩٧ ) .

## ٢ - المثلث المساح :

المثلث المساح عبارة عن جهاز بسيط يستخدم في إجراء عملية التحشية على طول خط الجنزير وذلك بإقامة وإسقاط الأعمدة . يتركب المثلث المساح في أبسط صوره من مثمن منتظم مجوف وتنقسم واجهاته الثمان إلى أربعة أوجه رئيسية يضم كل وجه منها شق رأسى ضيق ينتهى بشباك مستطيل الشكل على




**( شكل رقم ٩٧ )**

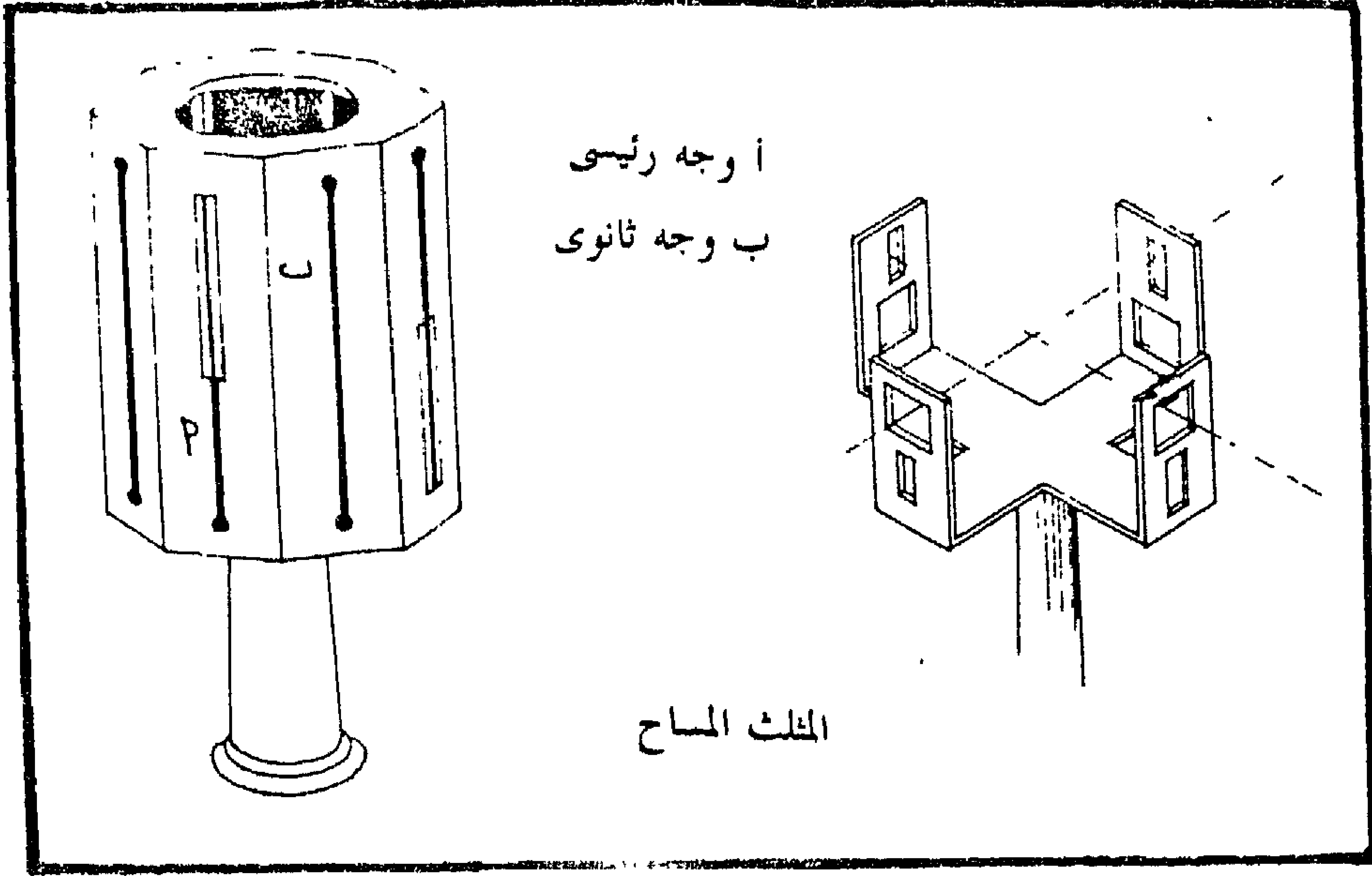
**طرق إسقاط الأعمدة بإستخدام الشريط**

إمتداد الشرخ تمتد شعرة رأسية من السلك تتوسط الشباك ، كل وجهين متقابلين يكون الشباك مقابلاً للشق بحيث يتم التوجيه من الشق عبر الشعرة التى تتوسط الشباك المقابل ويكون خط النظر بين كل وجهين متقابلين عمودياً على خط النظر بين الوجهين الرئيسين الآخرين .

وتستخدم هذه الأوجه الأربعة الرئيسية فى إقامة وإسقاط الأعمدة .

وتتميز الأوجه الأربعة الأخرى بأن كل منها يتوسطه شق رأسى ضيق وتستخدم هذه الأوجه الثانوية فى تحديد الإتجاهات على زوايا ٤٥° و ١٣٥° من النقط على خط الجنزير . ( شكل رقم ٩٨ ) .

ويستخدم جهاز المثلث المساح فى عمليات الرفع بإستخدام أدوات قياس الأطوال ( المساحة بالجنزير ) خاصة فى الأراضى الوعرة وغير الممهدة لما يتميز به من قوة تحمل للصدمات ، كما يستخدم فى عمليات الرفع الأولية التى لا تتطلب دقة عالية




( شكل رقم ٩٨ )
جهاز المثلث المساح

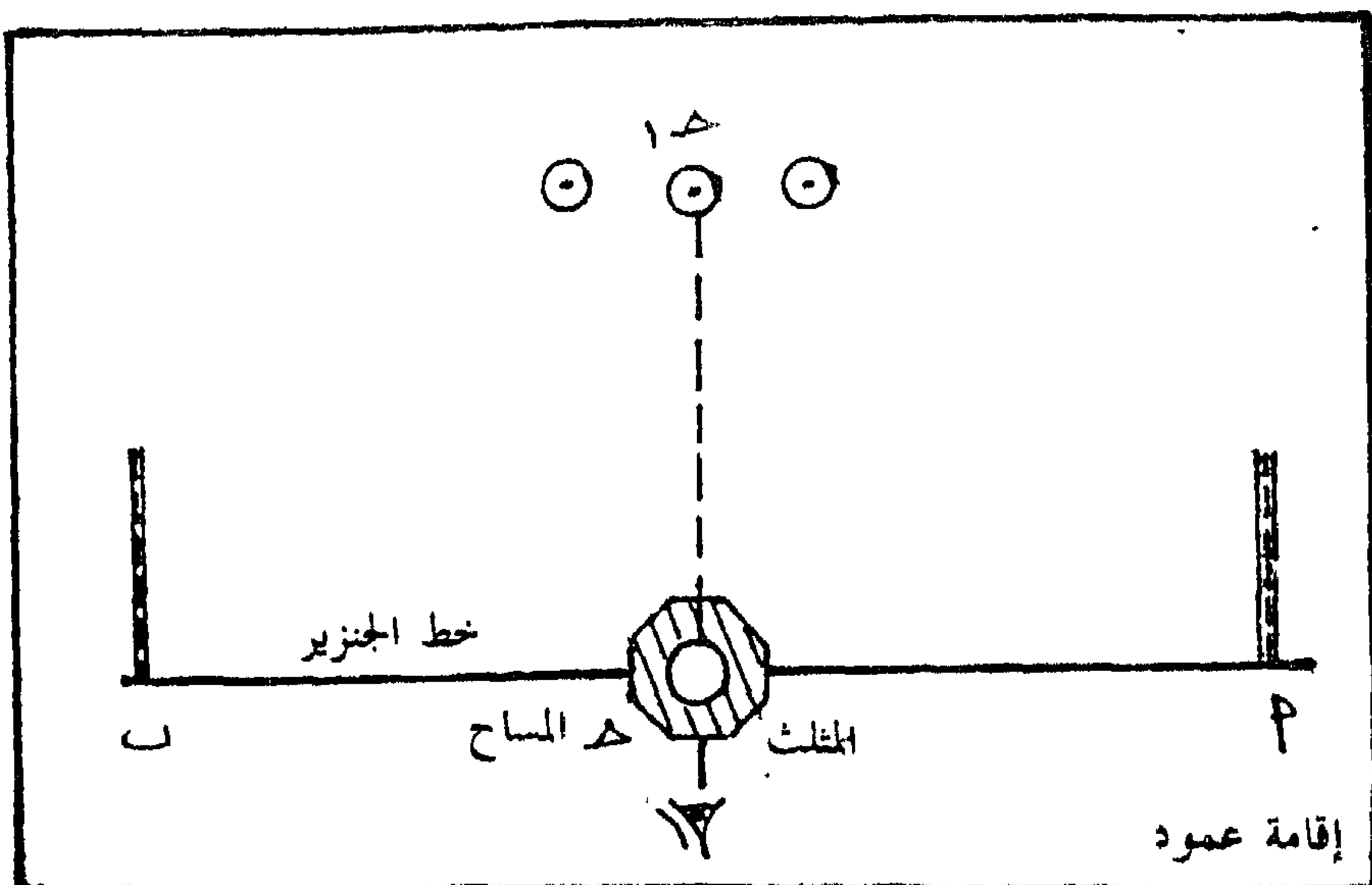
**ـ إقامة عمود على خط الجنزير بإستخدام المثلث المساح :**

يثبت المثلث المساح على حامله ويبدأ المساح فى التأكد من وضعه على خط الجنزير وذلك بالإستعانة بوجهين من الأوجه الأربعة الرئيسية وبفرض أن خط الجنزير هو الخط أ ب والمطلوب إقامة عمود من نقطة على الخط ولتكن حـ . ( شكل رقم ٩٩ ) .

ـ من أحد الأوجه الرئيسية للمثلث المساح يرصد الشاخص عند أ ومن الوجه المقابل من الشق إلى الشعرة فى وسط الشباك يرصد الشاخص عند ب للتأكد من أن خط النظر بين الوجهين يوازى تماماً خط الجنزير ، بذلك يكون الإتجاه بين الوجهين الرئيسيين الآخرين عمودياً على خط الجنزير .

ـ يتم الرصد من أحد الأوجه الرئيسية المعامدة على خط الجنزير ، ...

المساعد التحرك بشاخص حتى يتم رصد الشاخص عند حـ، البعد بين موقع الشاخص الجديد وبين حـ نقطة موضع المثلث المساح هو البعد العمودى المقام من نقطة حـ . ( حـ حـ١ ) .



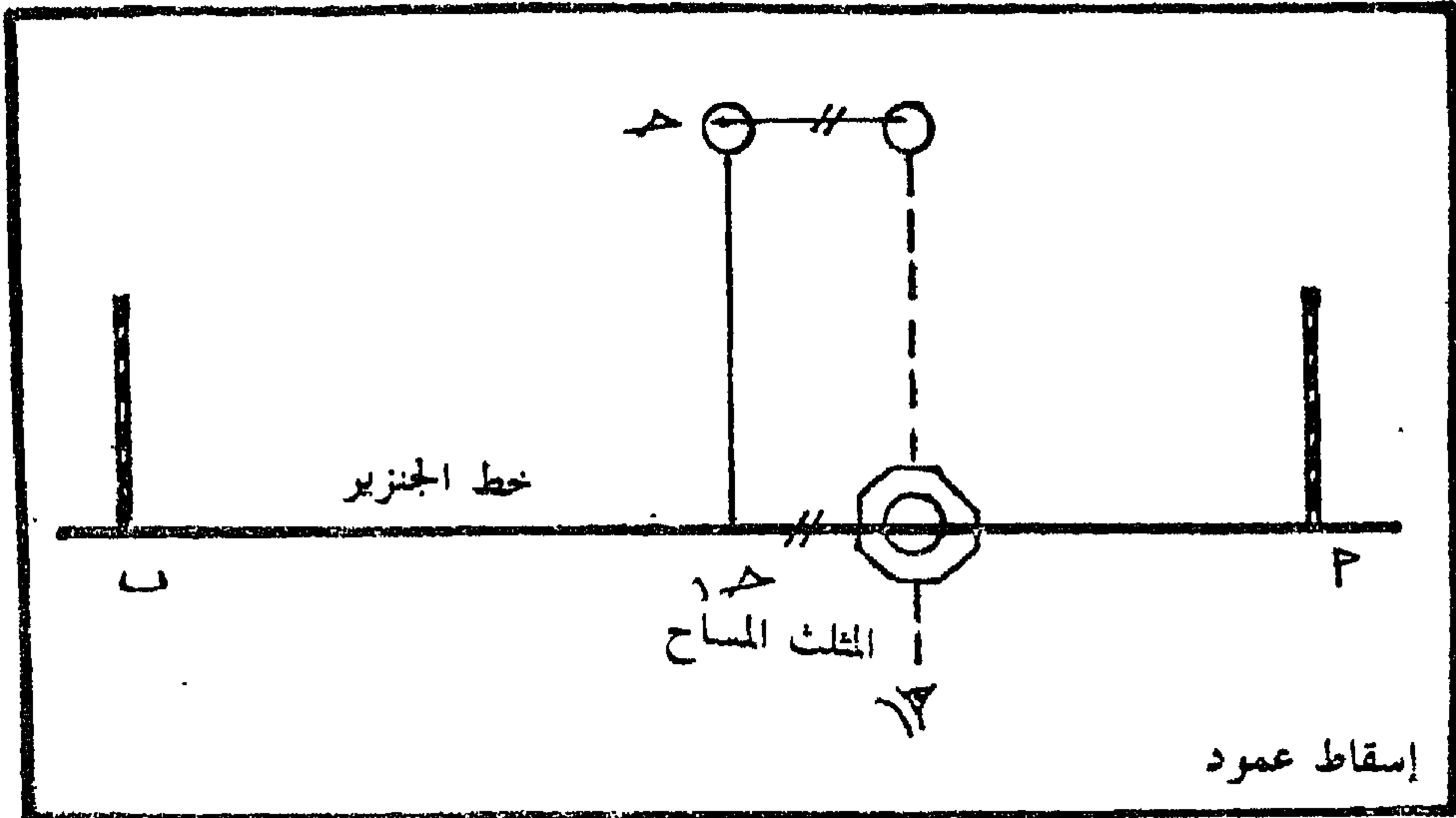

( شكل رقم ٩٩ )

إقامة الأعمدة بإستخدام المثلث المساح

**ـ إسقاط عمود من نقطة إلى خط الجنزير :**

- على فرض أن المطلوب إسقاط عمود من نقطة ولتكن حـ إلى خط الجنزير أ ب تحدد بداية الخط ونهايته أ ، ب والنقطة حـ بشواخص . ( شكل رقم ١٠٠ ) .
- يتحرك المساح على خط الجنزير بالقرب من المسقط التقريبى للعمود محافظاً على أن يكون خط النظر بين وجهين رئيسين من أوجه المثلث المساح موازياً لخط الجنزير .
- يبدأ المساح بمحاولة رصد النقطة حـ من خلال الوجهين الرئيسين الآخرين فإن تم الرصد فإن موضع المثلث المساح يكون هو مسقط العمود المطلوب .

ـــ إذا تعذر ذلك من أقرب النقط المتوقعة كمسقط للعمود يقوم المساح بإقامة عمود موازى للعمود المطلوب إسقاطه ويحدد البعد بين نهاية العمود المقام والعمود المطلوب وتنقل نقطة المثلث المساح بنفس البعد على خط الجنزير فتتحدد نقطة حـ١ مسقط العمود المطلوب إسقاطه .




( شكل رقم ١٠٠ )
إسقاط الأعمدة بإستخدام المثلث المساح

### ٣ ـــ المنشور المرئى :

المنشور المرئى من أجهزة إقامة وإسقاط الأعمدة على خط الجنزير ويتميز بالدقة فى الرصد والدقة فى التوجيه ومن ثم الدقة فى إجراء عملية التحشية على خط الجنزير .

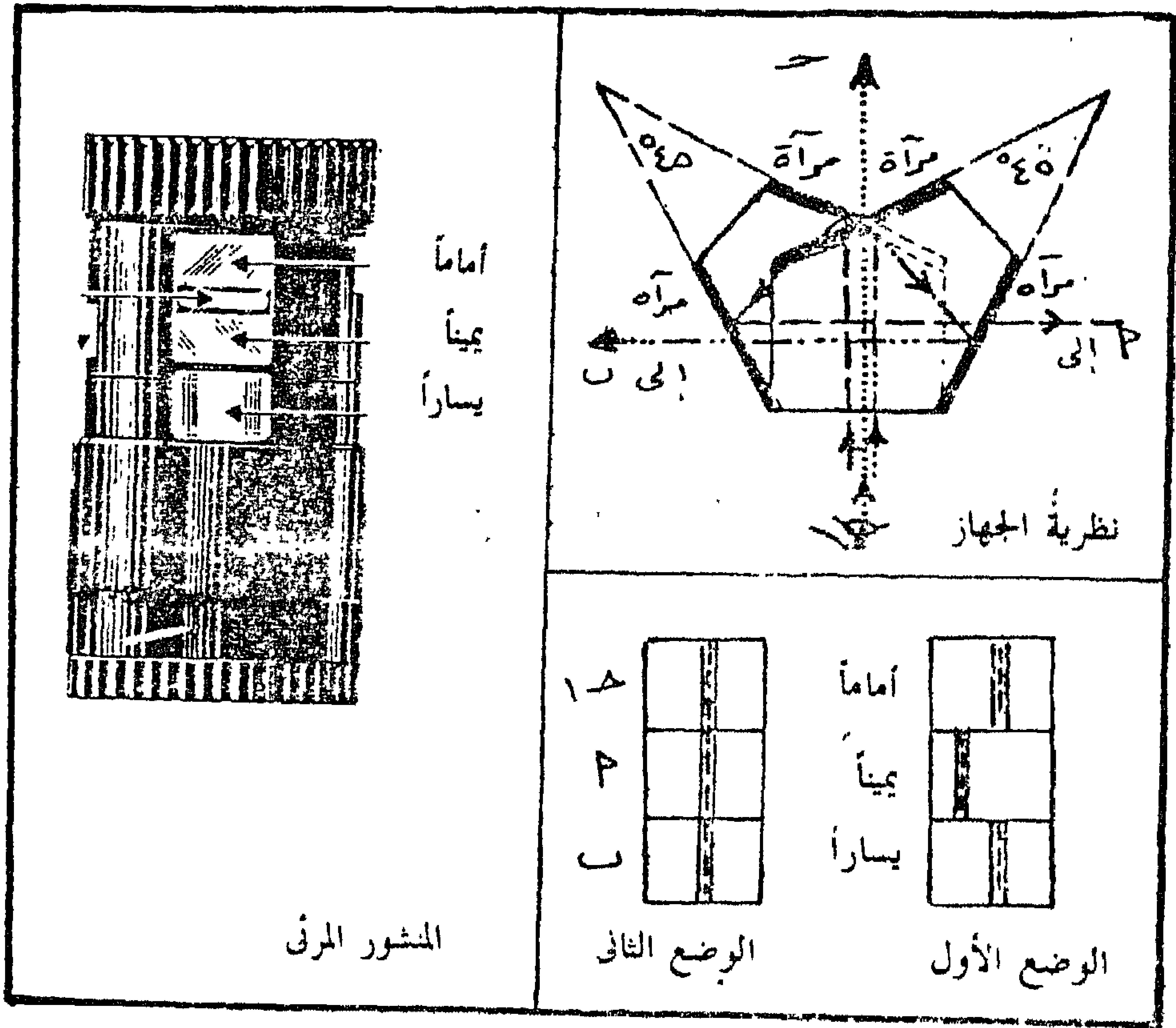
ويتميز المنشور المرئى المفرد منه أو المزدوج بسهولة الإستخدام لخفة وزنه ودقة صنعه .

ويتكون المنشور المرئى المزدوج من منشورين بلوريين كل منهما خماسى الأوجه منهما وجهان مفضضان عاكسان الزاوية بينهما ٤٥° ، ومن ثم فإن

الشعاع الساقط على إحداهما ينعكس إلى المرآة الثانية لينعكس خارجاً بزاوية مقدارها ٩٠°.

ولكل منشور فتحة أمام عين المساح بحيث يرى المساح من المنشور الأول يميناً ومن المنشور الثانى يساراً ويرى أمامه مباشرةً على الطبيعة.

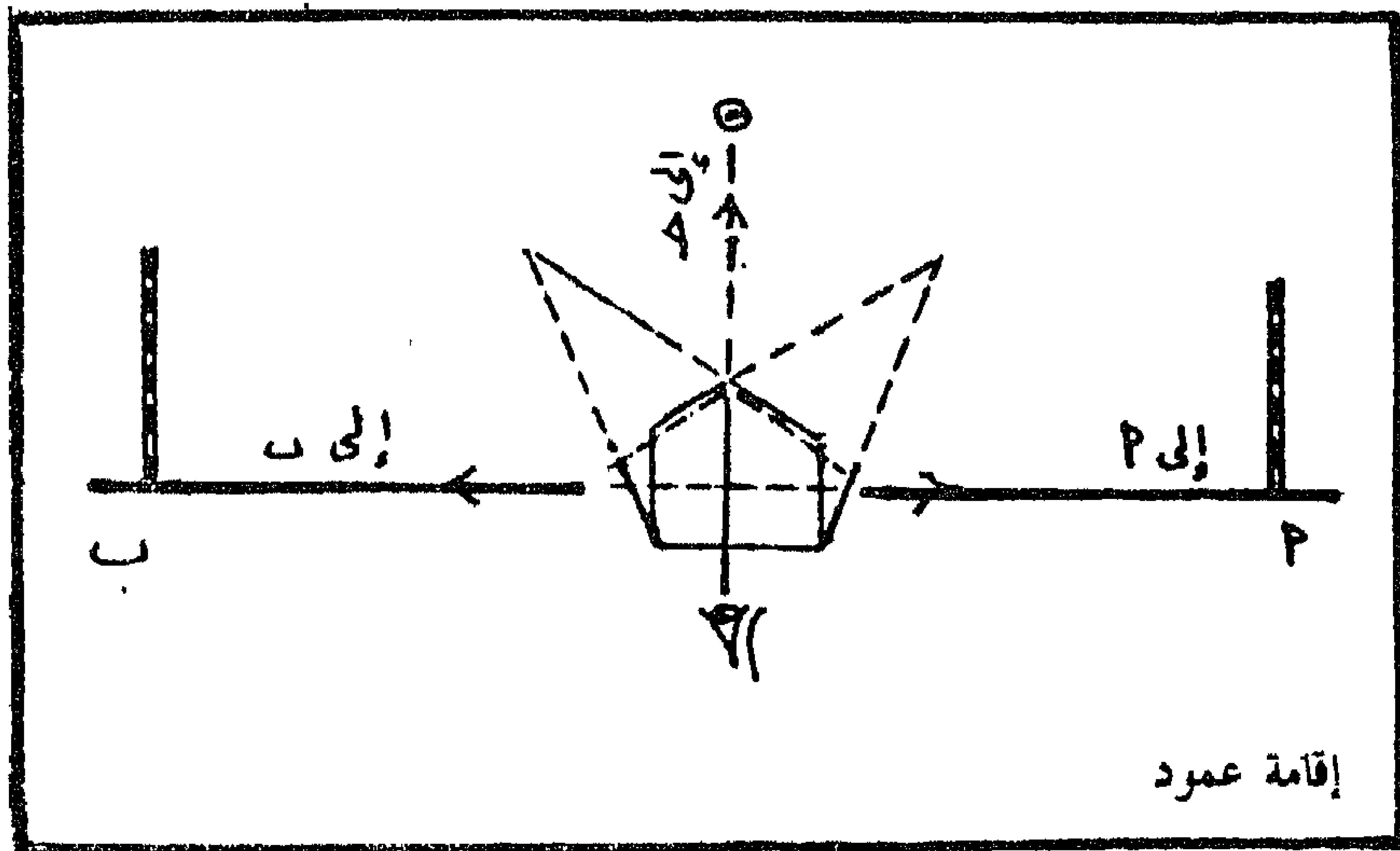
بحيث يكون الهدفان المرصودان يميناً ويساراً على إستقامة واحدة على حين يكون الهدف الأمامى فى الطبيعة عمودياً على الخط بينهما. ( شكل رقم ١٠١ ).




( شكل رقم ١٠١ )
جهاز المنشور المرئى المزدوج

ـــ إقامة عمود على خط الجنزير بإستخدام المنشور المرئى :
( شكل رقم ١٠٢ ) :

- من النقطة المطلوب إقامة العمود منها ولتكن حـ على خط الجنزير أ ب يقف المساح فى نقطة حـ ويرصد يميناً الشاخص أ ويساراً الشاخص ب من فتحتى المنشور فإذا كان الشاخصان لا يكمل بعضهما الآخر فإن النقطة حـ ليست على إستقامة الخط أ ب . ( الوضع الأول ) .
- يتحرك الراصد أماماً وخلفاً حتى تكمل صورة الشاخص عند أ صورة الشاخص عند ب وبذلك تكون نقطة حـ على خط الجنزير تماماً .
- من الفتحة العليا للمنشور يرصد المساح شاخصاً يتحرك على جانب خط الجنزير حتى تكمل صورته صورة الشاخصين عند أ ، ب وتصبح صور الشواخص عند حـ١ وعند أ وعند ب يكمل بعضها البعض ( الوضع الثانى ) ، وبذلك يصبح البعد حـ١ حـ هو العمود المطلوب إقامته من نقطة حـ .

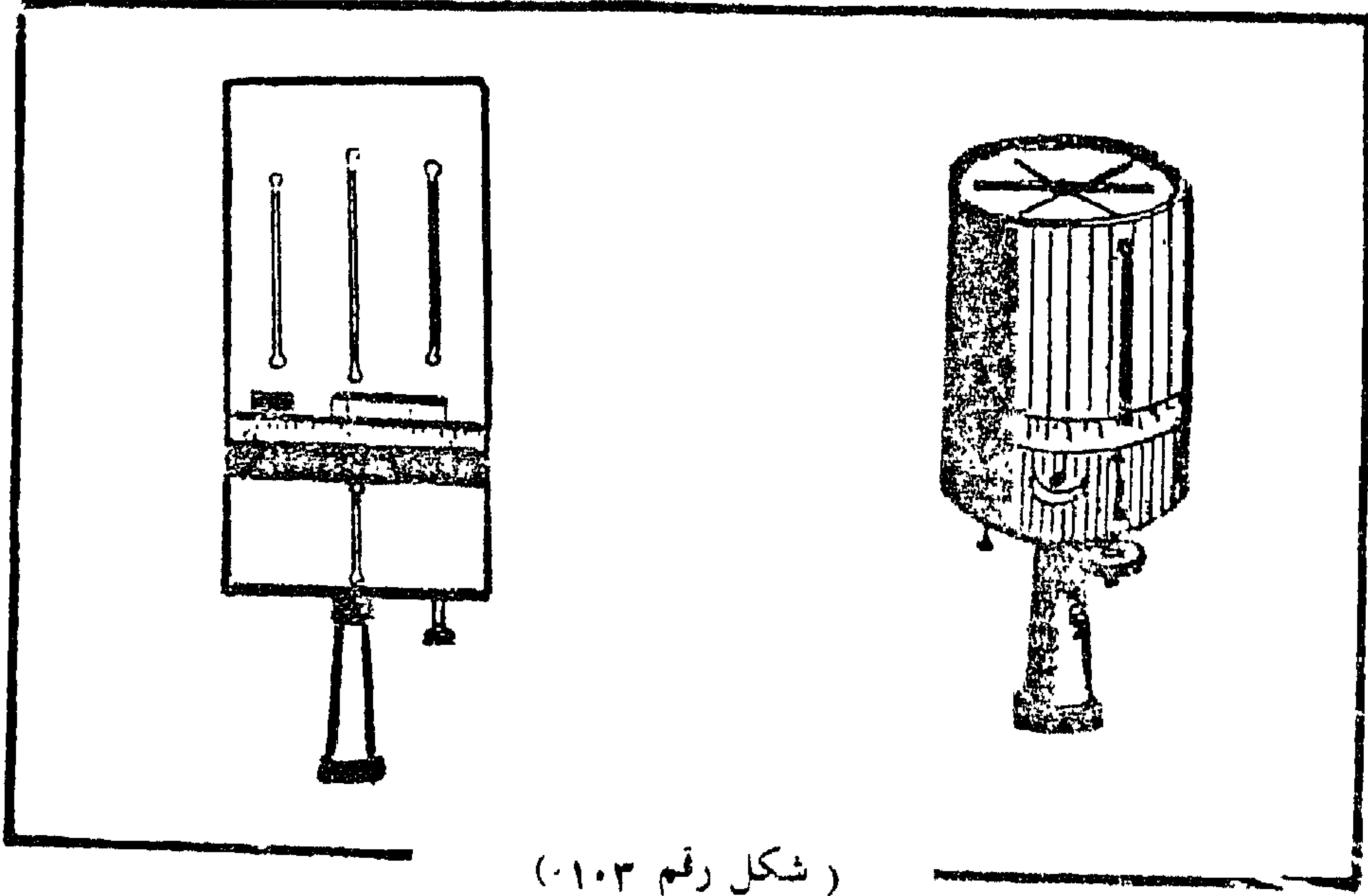



( شكل رقم ١٠٢ )
إقامة الأعمدة بإستخدام المنشور المرئى المزدوج

٤ ــ البانتومتر .

يماثل البانتومتر جهاز المثلث المساح فى فكرته إلا أنه يتميز عليه بإمكانيه إجراء التحشية من نقطة على خط الجنزير فى كل الإتجاهات بين صفر و ٣٦٠° . ويتركب الجهاز فى أبسط صورة من إسطوانة رأسية تتحرك دائريا على إسطوانة أقصر منها فى الطول مساوية لها فى القطر ، محيطها مقسم إلى درجات ومثبت عليها ورنية لزيادة دقة قراءة الزاوية

المحيط الخارجى للإسطوانة العليا به شرخين رأسيين متقابلين الزاوية بينهما ١٨٠° ، وينطبق شرخ التوجيه والرصد المقابل لعين الراصد على تدريج الصفر فى الإسطوانة السفلى ، على حين يشير الشرخ المقابل للظواهر فى الطبيعة . ( شكل رقم ١٠٣ ) .



( شكل رقم ١٠٣ )
جهاز البانتومتر

وتستخدم هذه الطرق السابقة جميعاً فى إجراء عملية التحشية على جوانب خطوط الجنزير فى عملية الرفع بإستخدام أساليب قياس الأطوال المعروفة للمساحة بالجنزير .

## خطوات رفع منطقة بطريقة المساحة بالجنزير

### ١ ــ الإستكشاف :

يقصد بعملية الإستكشاف معاينة المنطقة المراد رفعها والتعرف على طبيعة المكان وحدوده ، وما يضمنه من ظواهر جغرافية طبيعية وبشرية حتى يمكن وضع تصور أولى عن مدى مناسبة أسلوب المساحة بالجنزير لرفع المنطقة . كذلك وضع خطة العمل المساحى وتقدير الأدوات المطلوبة لإجراء عملية الرفع والوقت المطلوب لتنفيذ العمل .

### ٢ ــ الرسم التخطيطى :

بعد إجراء عملية الإستكشاف يتم رسم تخطيط تقريبى يعرف بكروكى المنطقة يعد بمثابة صورة تقريبية للمنطقة يحدد فيها المعالم الرئيسية . ويرسم الكروكى بمقياس رسم معين فى اسكتش يعرف بدفتر الحقل بالقلم الرصاص حتى يمكن إجراء التعديل إذا لزم ذلك .

### ٣ ــ إختيار نقط رءوس المضلع :

على الرسم التخطيطى يتم إختيار عدد من النقط الأساسية بالقرب من حدود المنطقة المطلوب رفعها تمثل فيما بينها مضلعاً يكاد يحيط بالمنطقة ، وبحيث يمكن قياس كل خط من خطوط المضلع قياساً مباشراً وبما يمكن من الحركة على طول كل خط من خطوط المضلع .

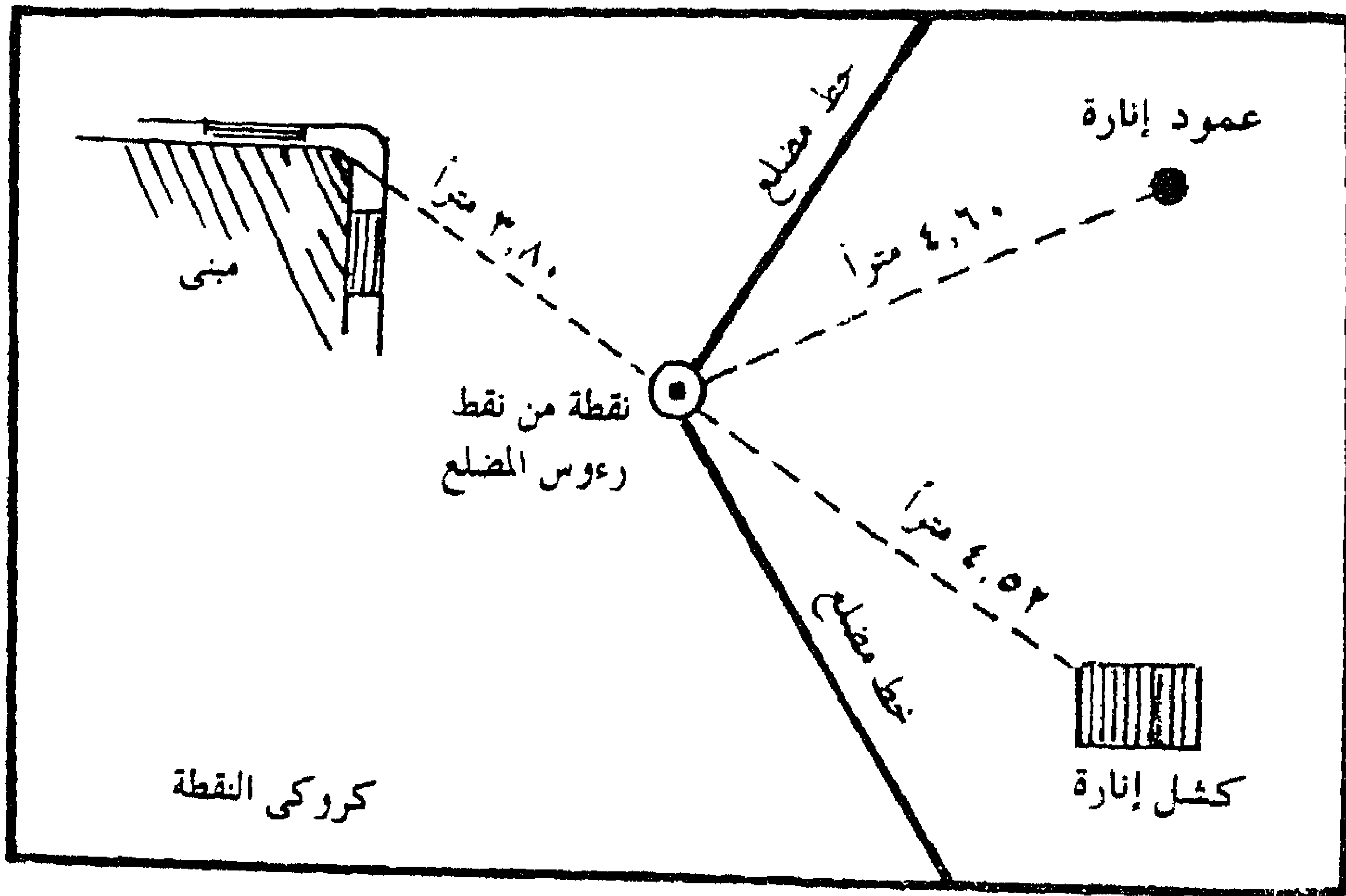
كما يفضل أن يكون المضلع بحيث يتكون من عدد من المثلثات مع مراعاة أن يكون عدد خطوط المضلع أقل ما يمكن وأطول ما يمكن .

بعد التحديد الأولى لنقط رءوس المضلع على الكروكى يتم تحديد هذه النقط فى مواقعها على الطبيعة وبحيث أن تكون بعيدة عن حركة السابلة حتى لا تزال من مواضعها حتى إنهاء العمل ، ومن ثم يتم تثبيت هذه النقط باستخدام [illegible]

من الأوتاد الخشبية فى الأراضى الرخوة أو الأوتاد الحديدية فى الأراضى الصلبة .

## ٤ ــ كروكيات نقط رءوس المضلع :

يتم عمل كروكى لكل نقطة من نقط رءوس المضلع فى صفحة خاصة من دفتر الحقل بعد إختيار مواقعها المناسبة وتثبيتها . وذلك برسم النقطة وما يحيط بها من ظواهر ثابتة . ثم قياس البعد بين النقطة وبين ثلاثة من هذه الظواهر وتسجيل هذه الأبعاد على الكروكى . ( شكل رقم ١٠٤ ) .

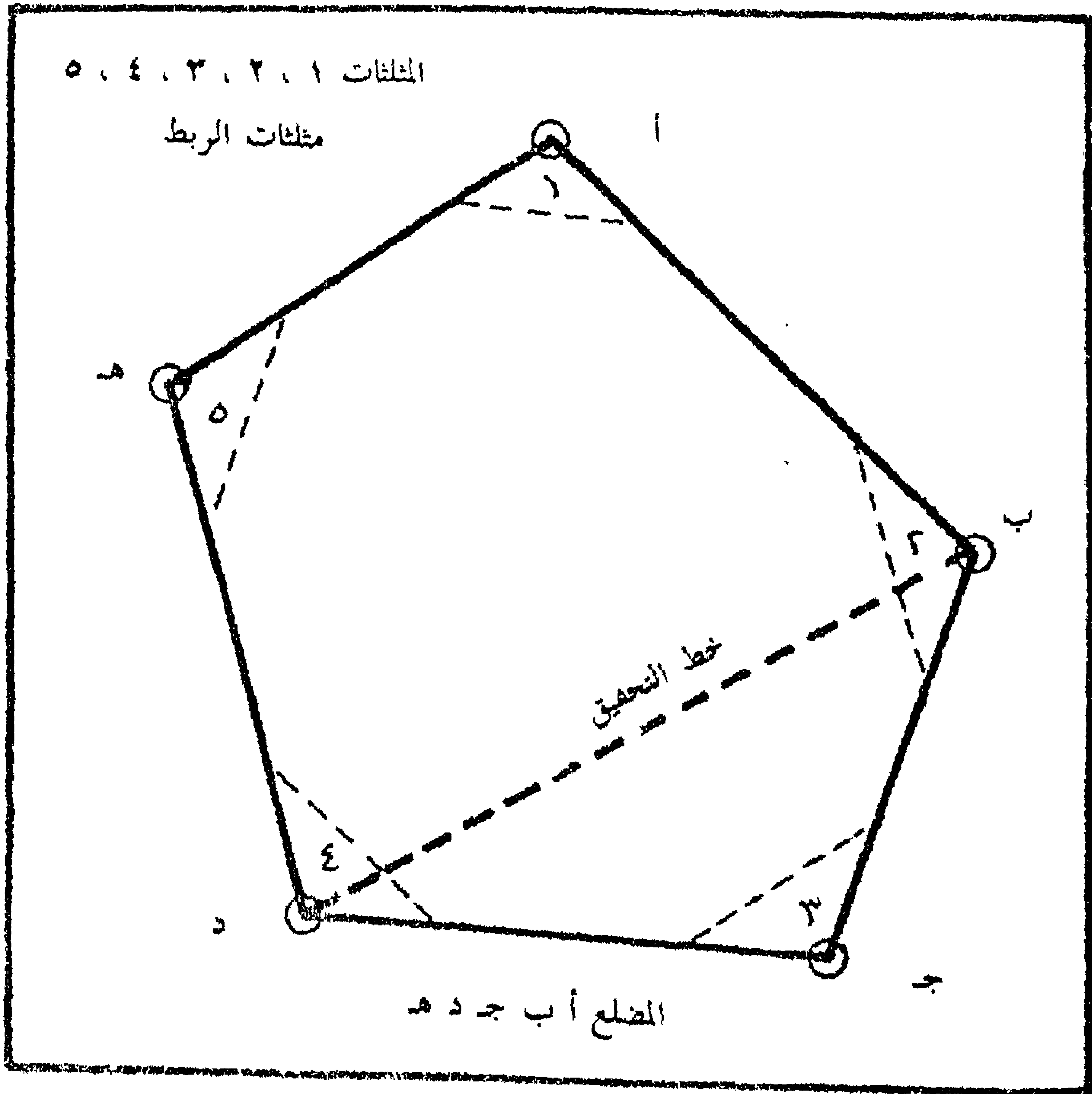



( شكل رقم ١٠٤ )
كروكى النقطة

## ٥ ــ قياس أطوال أضلاع المضلع :

يتم قياس الأطوال الأفقية لأضلاع المضلع بإستخدام الجنزير ذهاباً وإياباً بإتباع طرق قياس المسافات ، ويقاس أحد أقطار المضلع للتحقيق . ولربط

خطوط المضلع ، تقاس أضلاع مثلثات تعرف بمثلثات الربط للإستعانة بها عند توقيع المضلع وذلك بقياس أبعاد مناسبة على كل ضلعين من أضلاع المضلع وكذلك وتر المثلث وتسجل على الكروكى . ( شكل رقم ١٠٥ ) .




( شكل رقم ١٠٥ )
مثلثات الربط وخط التحقيق

## ٦ ـــ رفع التفاصيل :

لرفع التفاصيل بالمنطقة التى تم إنشاء مضلع من حولها تتبع الخطوات الآتية :

أ ـــ يتم رفع التفاصيل من خلال إقامة وإسقاط أعمدة تمثل احداثيات بالنسبة لكل خط من خطوط المضلع وهو ما يعرف بالتحشية . ويكون لكل نقطة من نقطة الظواهر والتفاصيل احداثيان الأفقى هو البعد العمودى بينها وبين خط الجنزير ، والرأسى هو بعد المسقط العمودى للظاهرة مقاساً من بداية خط الجنزير .

ب ـــ يسبق عملية التحشية رسم كروكى لكل ضلع من أضلاع المضلع منفصلاً تخصص له صفحة خاصة فى دفتر الحقل على أن تكون بداية الخط من أسفل الصفحة . ويرسم الخط بإتساع نحو ٢ سم ممتداً من أسفل الصفحة إلى أعلاها ويسجل طول الخط بدءاً من صفر فى أوله وطوله السابق قياسه فى أعلى الصفحة .

جـ ـــ ترسم كروكيات للتفاصيل والظواهر المطلوب رفعها مساحياً على جانبى الخط يميناً ويساراً .

د ـــ يبدأ المساح فى إسقاط الأعمدة من الظواهر والتفاصيل فى الطبيعة على خط الجنزير متبعاً إحدى طرق إسقاط الأعمدة . ترسم هذه الأعمدة من التفاصيل على صفحة الكروكى ويسجل عليها البعد من نقطة بداية خط الجنزير حتى نقطة مسقط العمود ، كذلك يسجل على العمود طوله المقاس فى الطبيعة .

هـ ـــ يتم إجراء عملية التحشية وتسجيل الأرصاد لجميع التفاصيل الموجودة فى الطبيعة إلى يمين ويسار خط الجنزير من بداية الخط حتى نهايته .

و ـــ يتم رفع الظواهر ذات الحدود المستقيمة بالإكتفاء بإسقاط عمود من أول الظاهرة وثان من منتصفها تقريباً وثالث عند نهايتها .

ز ـــ يتم رفع الظواهر ذات الحدود غير المنتظمة بإسقاط الأعمدة من بداية الظاهرة من كل نقطة يتغير فيها إتجاه حدودها .

حـ ـــ يتم رفع المبانى بإسقاط أعمدة لواجهاتها على خط الجنزير مع قياس

أطوال بقية الواجهات غير الظاهرة من على خط الجنزير للتمكن من توقيع المبنى كاملاً .

ط ـــ يجب مراعاة الدقة الكاملة عند إجراء عملية التحشية إذ أن تراكم الأخطاء فى عملية التحشية يترتب عليه ضرورة إعادة إجراء العملية المساحية بما تتطلبه من وقت وجهد كبيرين .

## ٧ ـــ توقيع الأرصاد المساحية :

تعتبر مرحلة توقيع الأرصاد الحقلية ورسم الخريطة الغرض النهائى من العمل المساحى ، وتعرف هذه المرحلة بالعمل المكتبى حيث يتم توقيع كل الأرصاد وتوظيفها للوصول إلى خريطة موزع عليها الظواهر التى تم رفعها من الطبيعة . وتتلخص طريقة توقيع الأرصاد المساحية فى الخطوات الآتية :

أ ـــ يبدأ الجغرافى فى إختيار مقياس رسم مناسب يتناسب مع الأطوال التى تم قياسها ، وكذلك أبعاد اللوحة المعدة للتوقيع والرسم عليها .

ب ـــ يوقع الهيكل الأساسى للمضلع الذى يمثله المضلع من واقع الأرصاد وتبعاً لمقياس الرسم بأن توقع نقطة ويرسم أول ضلع تبعاً لمقياس الرسم ثم تحدد أبعاد مثلث الربط على طرفى الخط بإستخدام الفرجار ليتحدد إتجاه الخطين المرتبطين بهذا الضلع وهكذا حتى يتم رسم كل أضلاع المضلع بنفس النسب التى تربط بين أضلاعه فى الطبيعة .

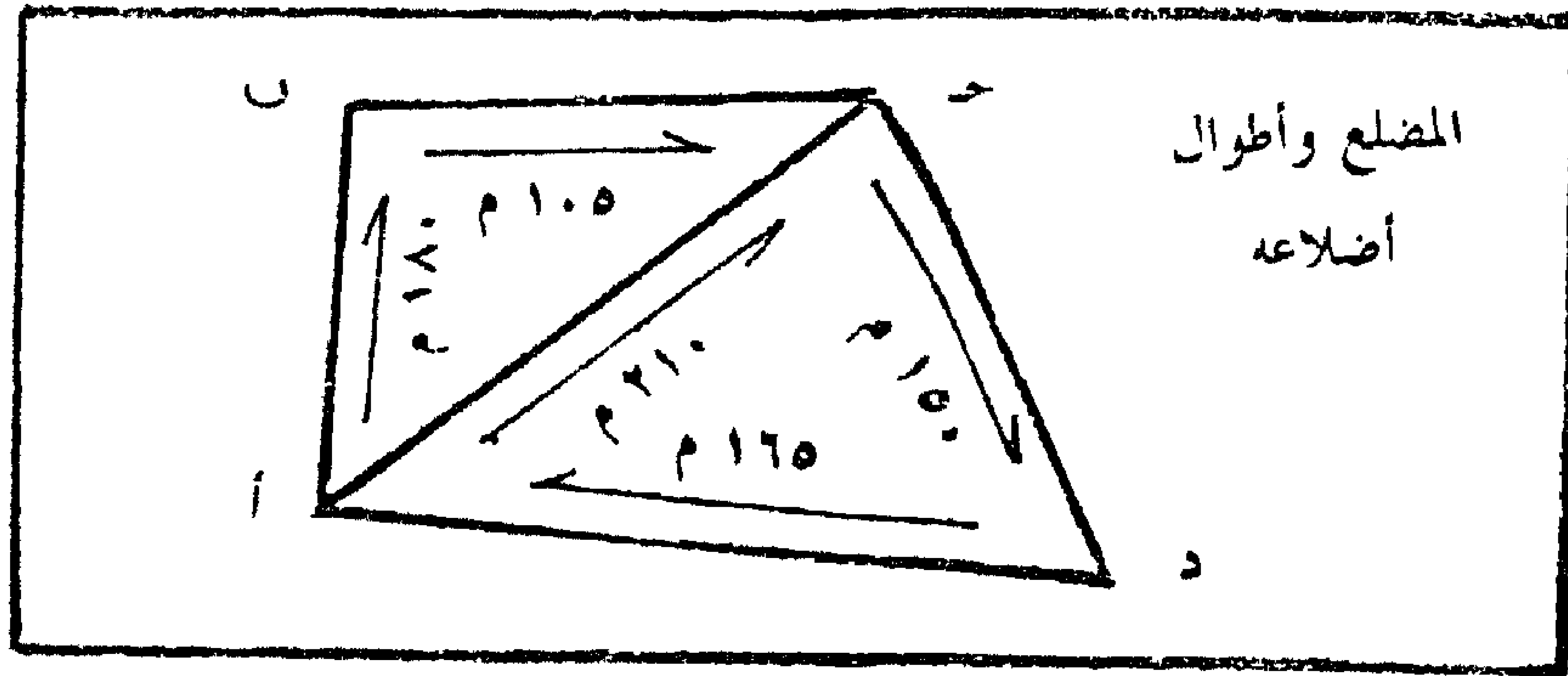
حـ ـــ يرسم خط التحقيق السابق قياسه فى الطبيعة ويقارن بطوله على الخريطة تبعاً لمقياس الرسم للتأكد من صحة العمل ودقته .

د ـــ من واقع دفتر الحقل يتم توقيع احداثيات التحشية تبعاً للأرصاد المقاسة لكل خط من خطوط المضلع . بذلك يتم توقيع التفاصيل والظواهر الجغرافية بمقياس رسم دقيق على الخريطة .

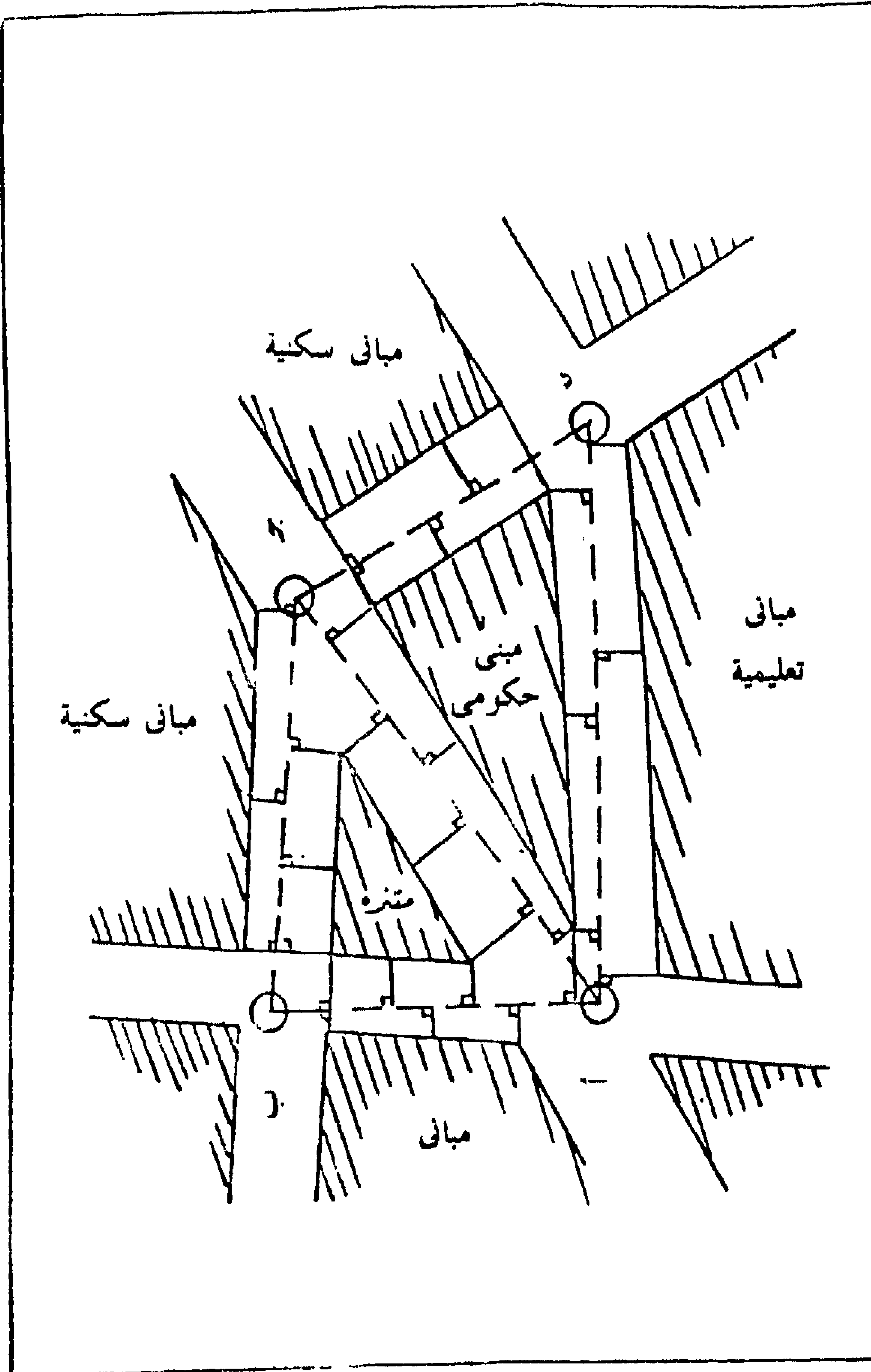
هـ ـــ يتم نقل الظواهر الجغرافية فقط دون غيرها من خطوط سبق توقيعها وتحبر وتلون وتتبع طرق الترميز المستخدمة فى رسم الخريطة التى تزود بدليل لرموزها ومقياس الرسم والعنوان والإطار .

مثال تطبيقى على الرفع بإستخدام أدوات قياس الأطوال ( المساحة بالجنزير ) : المضلع أ ب حـ د هـ تم رفعه بالمساحة بالجنزير

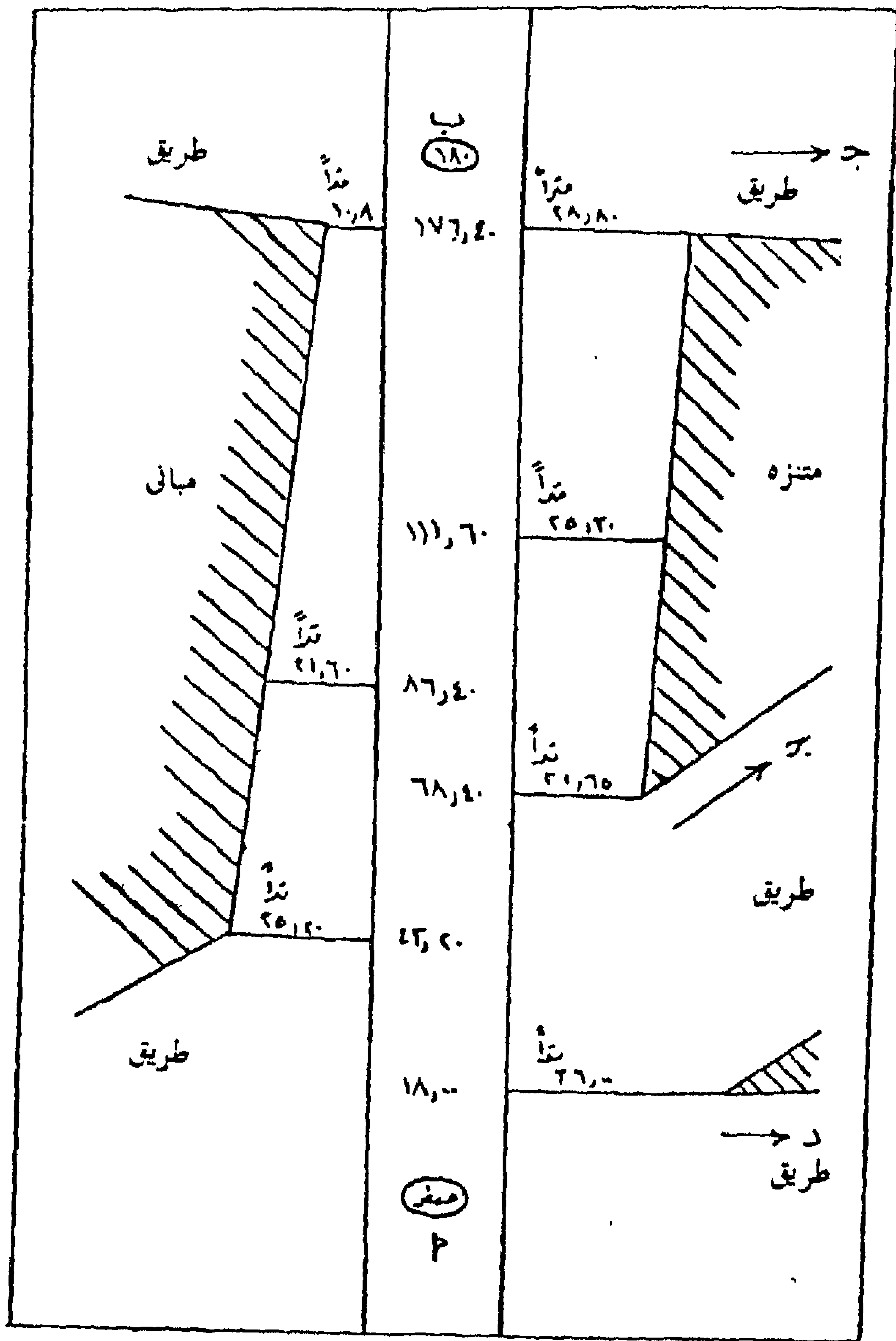
( شكل رقم ١٠٦ ) ويوضح الشكل رقم ١٠٧ كروكى المنطقة ، على حين توضح الأشكال أرقام ١٠٨ ، ١٠٩ ، ١١٠ ، ١١١ ، ١١٢ بيانات صفحات الحقل لكل خط جنزير من خطوط المضلع أ ب حـ د . والأرصاد التى تم رفعها بطريقة المساحة بالجنزير ، والمطلوب توقيع هذه الأرصاد على لوحة بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ .




( شكل رقم ١٠٦ )




( شكل رقم ١٠٧ )
كروكى المنطقة ونقط رءوس المضلع وخطوط الجنزير
وأعمدة التحشية



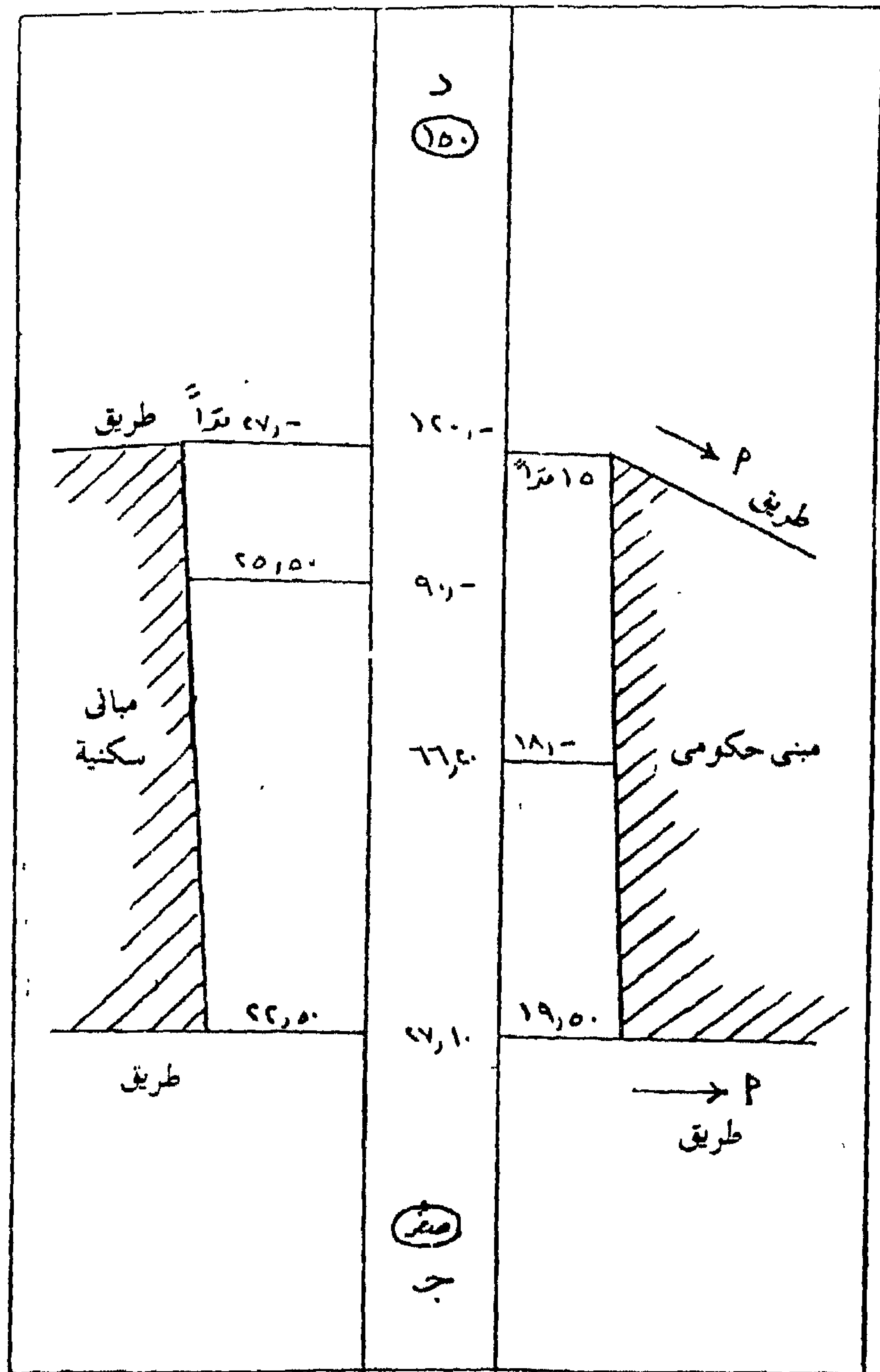

( شكل رقم ١٠٨ )

صحيفة الحقل لخط الجنزير أ ب

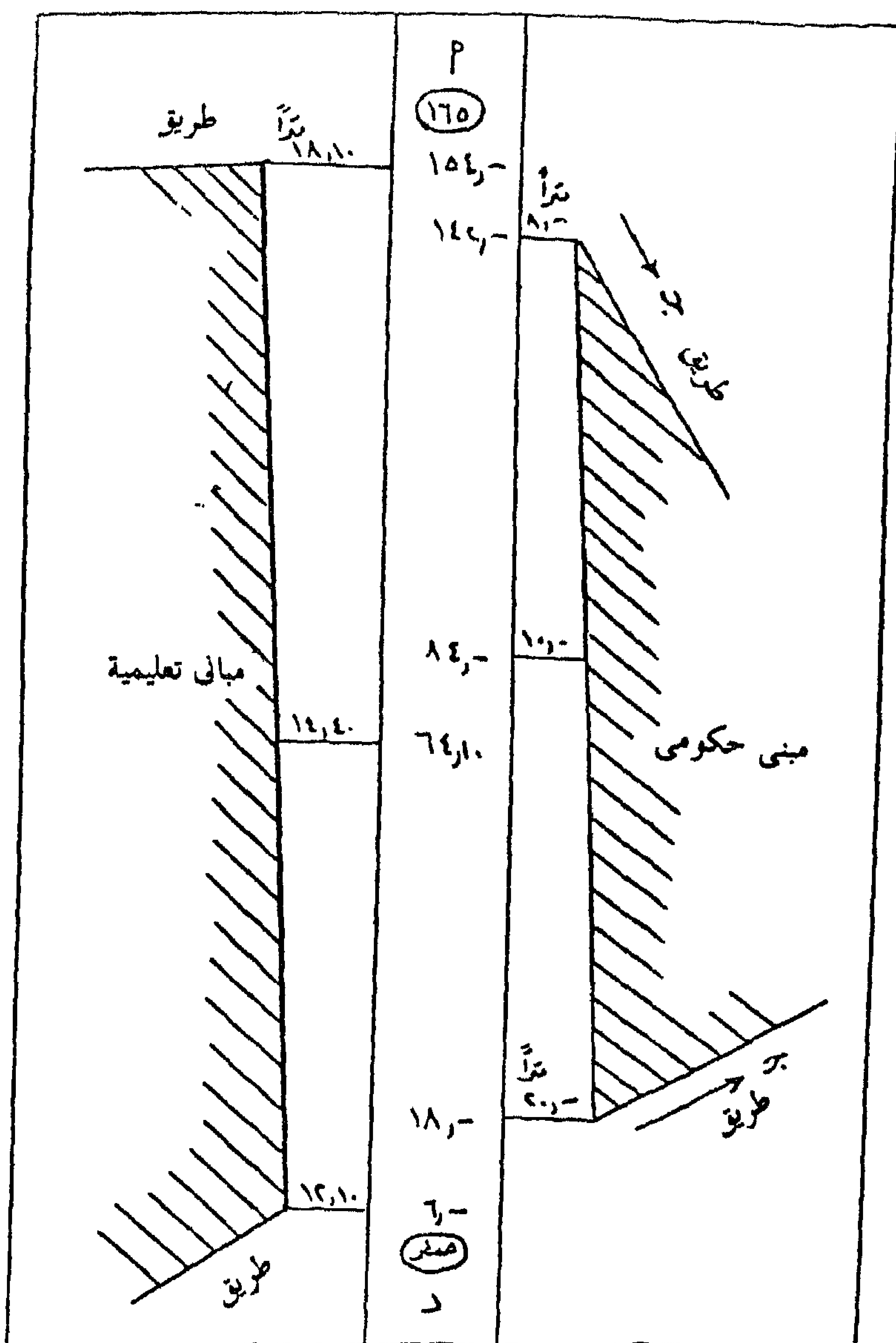
ج
١٠٥
٩,٦٣
٩٨,-
مبان سكنية
٦٤,٤٠
١٥,٧٥ مترا
٨,٧٩
٤٩,-
٣٥,١٠
١٤,-
متنزه
٧,٧٥
١٤,-
١٢,٢٥
طريق
طريق
صفر
ب

( شكل رقم ١٠٩ )

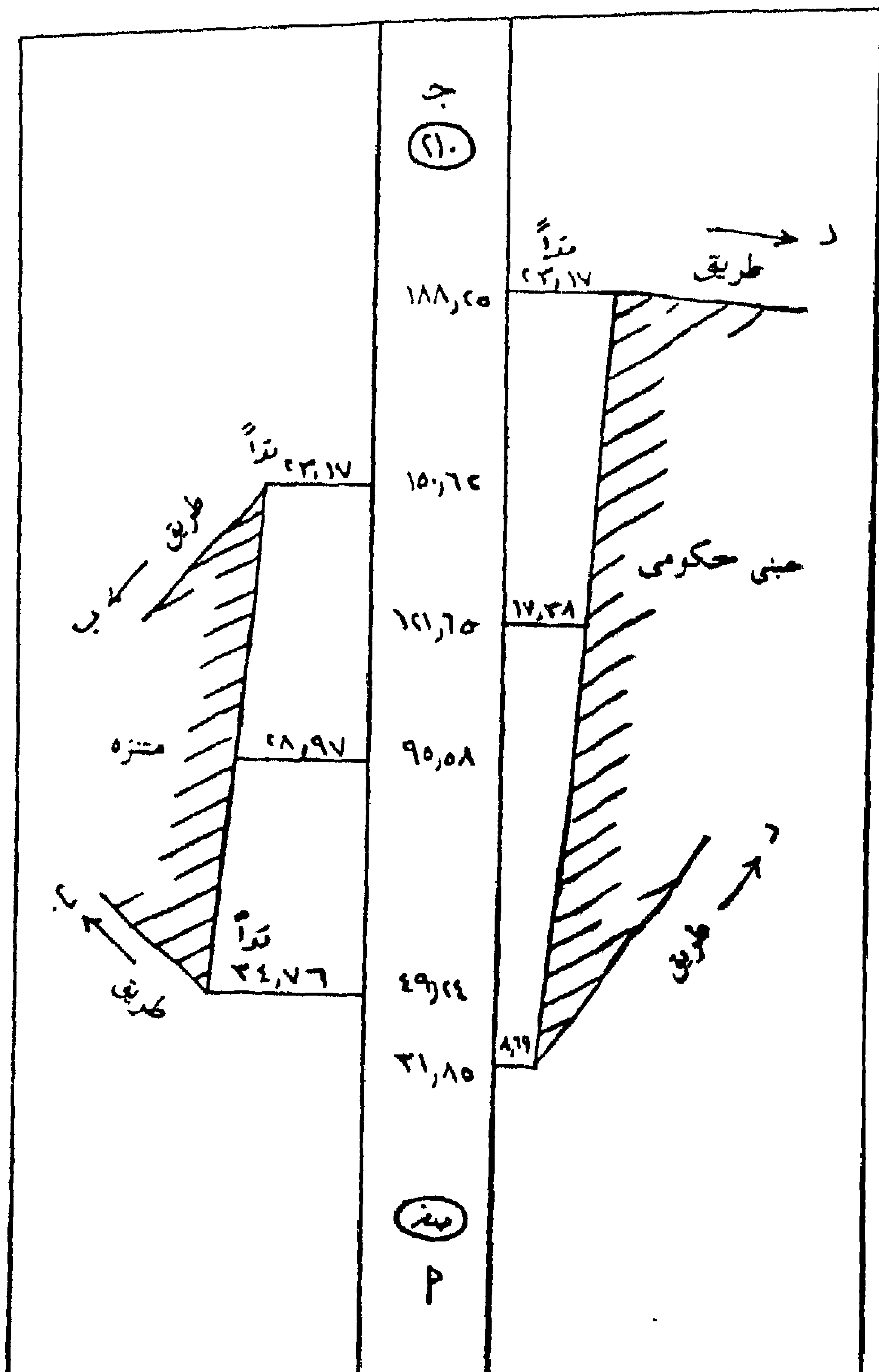
صحيفة الحقل لخط الجنزير ب جـ




( شكل رقم ١١٠ )
صحيفة الحقل لخط الجنزير حـ د




( شكل رقم ١١١ )
صحيفة الحقل لخط الجرير د أ




( شكل رقم ١١٢ )
صحيفة الحقل لخط الجنزير أ ج

لتوقيع هذه الأرصاد تبعاً لمقياس الرسم المطلوب يبدأ الجغرافى بتحويل كل الأطوال المقاسة على الطبيعة بالمتر إلى الأطوال المقابلة لها على الخريطة وفقاً لمقياس الرسم المطلوب ، ثم يتبع الخطوات الآتية :

أ ــ على لوحة الرسم يرسم مقياساً خطياً أو شبكياً يقيس بدقة تصل إلى متر واحد .

ب ــ يبدأ التوقيع بتوقيع الخط أ د فى موقع مناسب على اللوحة بحيث يمكن رسم بقية خطوط المضلع فى موضع مناسب على اللوحة وذلك بطول ١٦,٥ سم .

حـ ــ من نقطة أ بإستخدام الفرجار يرسم قوس بطول ٢١ سم يمثل موقع نقطة حـ ، من نقطة د بإستخدام الفرجار يرسم قوس بطول ١٥ سم يقطع القوس الأول فى نقطة جـ يوصل كل من أ حـ ، د حـ بذلك يكون قد تم توقيع الأضلاع أ د ، أ حـ ، د حـ .

د ــ من نقطة أ بإستخدام الفرجار يرسم القوس بطول ١٨ سم يمثل موقع نقطة ب ومن نقطة حـ بإستخدام الفرجار يرسم القوس بطول ١٠,٥ سم يقطع القوس الأول فى نقطة ب يوصل أ ب ، حـ ب بذلك يتم رسم كل خطوط المضلع .

هـ ــ بعد ذلك يتم توقيع التفاصيل على كل خط من خطوط الجنزير كل خط على حدة . ولتحشية الخط أ جـ من واقع صفحة الحقل الخاصة بهذا الخط يتم توقيع الاحداثيات الرأسية لمواقع الأعمدة على خط الجنزير من بداية الخط . حتى نهايته . من النقط التى تم تحديدها ترسم الاحداثيات الأفقية يميناً ويساراً بأطوالها تبعاً لمقياس الرسم . تحدد نهايات الاحداثيات الأفقية حدود الظواهر التى تم رفعها ، بتوصيل نهايات هذه الأعمدة يتم توقيع الظواهر حول خط الجنزير أ حـ والتى سبق إجراء عملية التحشية منها إلى خط الجنزير .

و ــ بنفس الطريقة يتم توقيع بقية الأرصاد لكل خط من خطوط المضلع حتى تنتج خريطة دقيقة للمنطقة بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ وتمحى خطوط الجنزير وخطوط التحشية ولا يبقى على الخريطة سوى ما توزعه من ظواهر جغرافية طبيعية وبشرية .

# الفصل الثاني

# الرفع بأدوات قياس الإنحرافات

## ثانياً : الرفع بأدوات قياس الإنحرافات
## ( الرفع بالبوصلة المنشورية )

تتم عملية رفع الظواهر الجغرافية من الطبيعة بإستخدام طريقة قياس إنحرافات النقط عن إتجاه الشمال المغناطيسي من نقطة مختارة أو من عدة نقط مع قياس بعض الأطوال . يتم توقيع هذه الأرصاد للحصول على الخريطة التي تعد الهدف من إجراء أي عملية رفع مساحي مع إختلاف نوع الخريطة تبعاً للغرض الذي رسمت من أجله .

### ١ ـ أدوات الرفع :

### أ ـ البوصلة المنشورية :

تعتبر البوصلة المنشورية الجهاز الأساسي المستخدم في إجراء عملية الرفع المساحي بقياس الإنحرافات المغناطيسية . تتركب البوصلة المنشورية من علبة نحاسية إسطوانية الشكل بقطر نحو ١٠ سم وإرتفاع نحو ٣ سم . وأختير النحاس كمادة لصنعها لأن النحاس من المعادن التي لا تؤثر في المجال المغناطيسي للابرة المغناطيسية الموجودة بداخل العلبة حرة الحركة مرتكزة على سن مدبب في مركز قاعدة العلبة النحاسية .

- ومثبت على الأبرة المغناطيسية قرص من الألومنيوم خفيف الوزن يدور مع الإبرة ومدرج إلى ٣٦٠° درجة وأنصاف الدرجات في إتجاه حركة عقارب الساعة بدءاً من القطب المشير إلى الجنوب للابرة المغناطيسية . وبالعلبة مسمار لوقف حركة الابرة في حالة عدم الإستخدام ، ومسمار آخر مهمته تهدئة حركة دوران الابرة إستعداداً لقياس الإنحرافات . للعلبة غطاء زجاجي لحمايتها من الأتربة وعوائق الجو .
- والبوصلة المنشورية مزودة بأدوات مساعدة للتوجيه وقراءة الإنحراف وهي عبارة عن منشور ثلاثي مزود بفتحة دائرية يعلوها شرخ رأسي .

ومهمة الفتحة الدائرية قراءة قيمة الإنحراف ، على حين يستخدم الشق الرأسي في عملية التوجيه والرصد على الأهداف في الطبيعة .

ـــ يقابل الشق قطرياً على خط واحد يمر بمركز العلبة النحاسية شعرة رأسية مثبتة وسط إطار نحاسى مستطيل الشكل يعرف بالدليل يستخدم مع المنشور الثلاثى فى عملية التوجيه . كلا من المنشور والدليل يمكن طيهما فوق سطح العلبة النحاسية مفصلياً فى حالة عدم الإستخدام .

ـــ قاعدة البوصلة تسمح بتركيبها فوق حامل ثلاثى مزود بركبة حرة الحركة تسمح بوضع البوصلة فى وضع أفقى يسمح بحرية حركة الابرة المغناطيسية ، ويسمح بأن يتم الرصد على المستوى الأفقى الذى هو أساس المساحة المستوية .

تركيب البوصلة : ( شكل رقم ١١٣ ) :

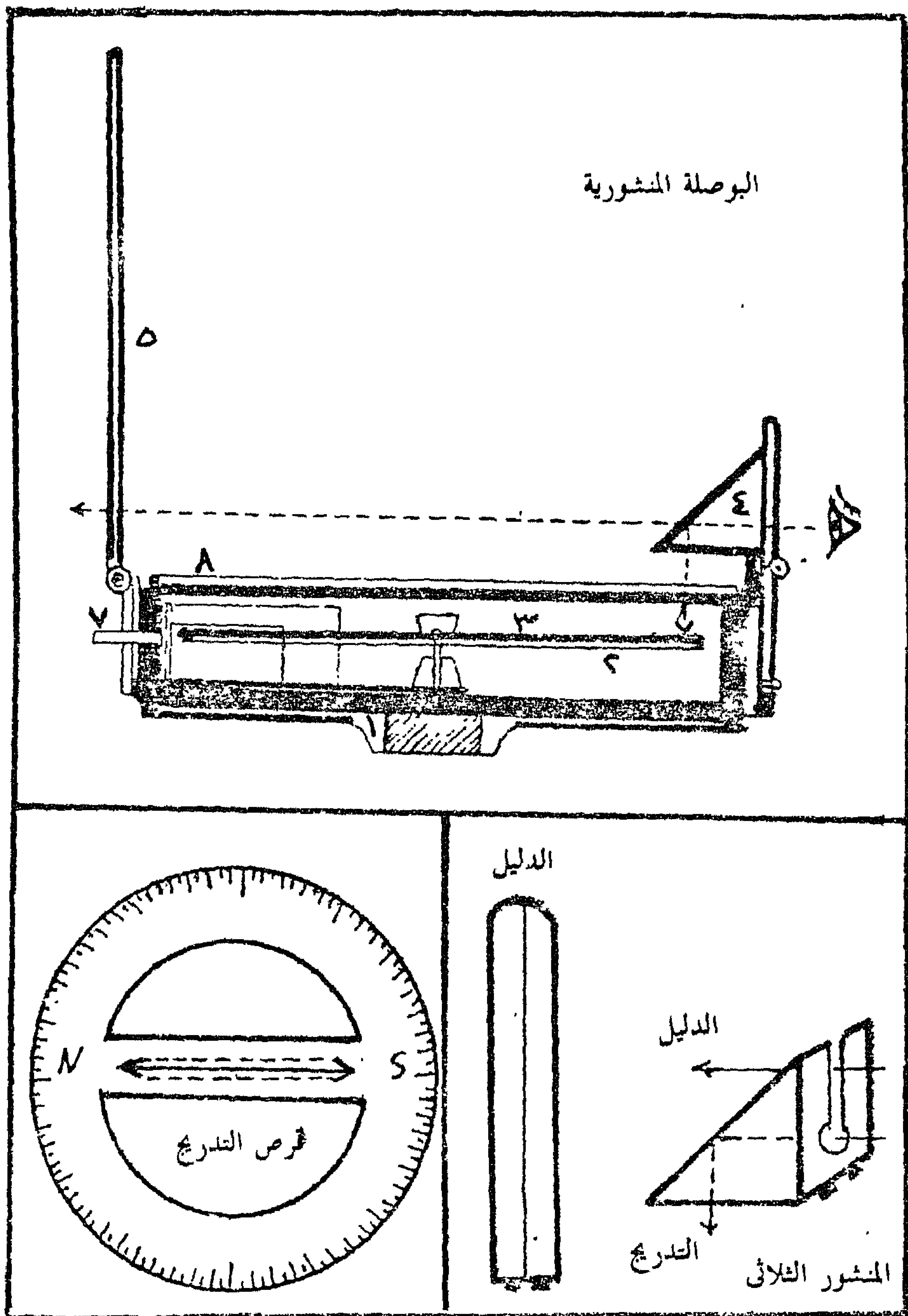
| | |
|---|---|
| ١ ـــ علبة نحاسية . | ٢ ـــ إبرة مغناطيسية . |
| ٣ ـــ قرص مدرج . | ٤ ـــ منشور ثلاثى . |
| ٥ ـــ دليل التوجيه . | ٦ ـــ مسمار تثبيت . |
| ٧ ـــ مسمار تهدئة . | ٨ ـــ غطاء زجاجى . |

ـــ ملاحظات على المساحة بالبوصلة المنشورية :

أ ـــ تستخدم البوصلة المنشورية فى رفع المناطق المحدودة المساحة ، وتعتبر الخرائط الناتجة خرائط أولية لا تتصف بالدقة الكاملة .

ب ـــ يصعب إستخدام طريقة الرفع بإستخدام البوصلة المنشورية فى المدن خاصة وأن لخطوط الطاقة الكهربية وللحديد المستخدم فى عمليات إنشاء للمبانى والسيارات وخطوط الإتصال الألكترونى وغيرها أثر مباشر على إتجاه الأبرة المغناطيسية ، يعرف بالجاذبية المحلية . كذلك يكون من غير المناسب إستخدامها فى المناطق غير المأهولة دون التعرف مسبقاً على طبيعة التكوين الجيولوجى بها لإستبعاد مناطق الصحور الحديدية ، التى من شأنها أن تغير من إتجاه الأبرة المغناطيسية ، ومن ثم تؤدى إلى أخطاء فى الرصد تجعل طريقة البوصلة من الطرق المستبعدة فى عمليات الرفع المساحى .

جـ ـــ تستعمل البوصلة المنشورية فى قياس راوية إنحراف أى خط عن إتجاه الشمال المغناطيسى . ويتم قياس إنحراف الخط من أى نقطة على الخط ،




( شكل رقم ١١٣ )

جهاز البوصلة المنشورية

كما وأن الخطأ فى قياس إنحراف أى خط لا يؤثر على قياسات إنحرافات أى خط آخر .

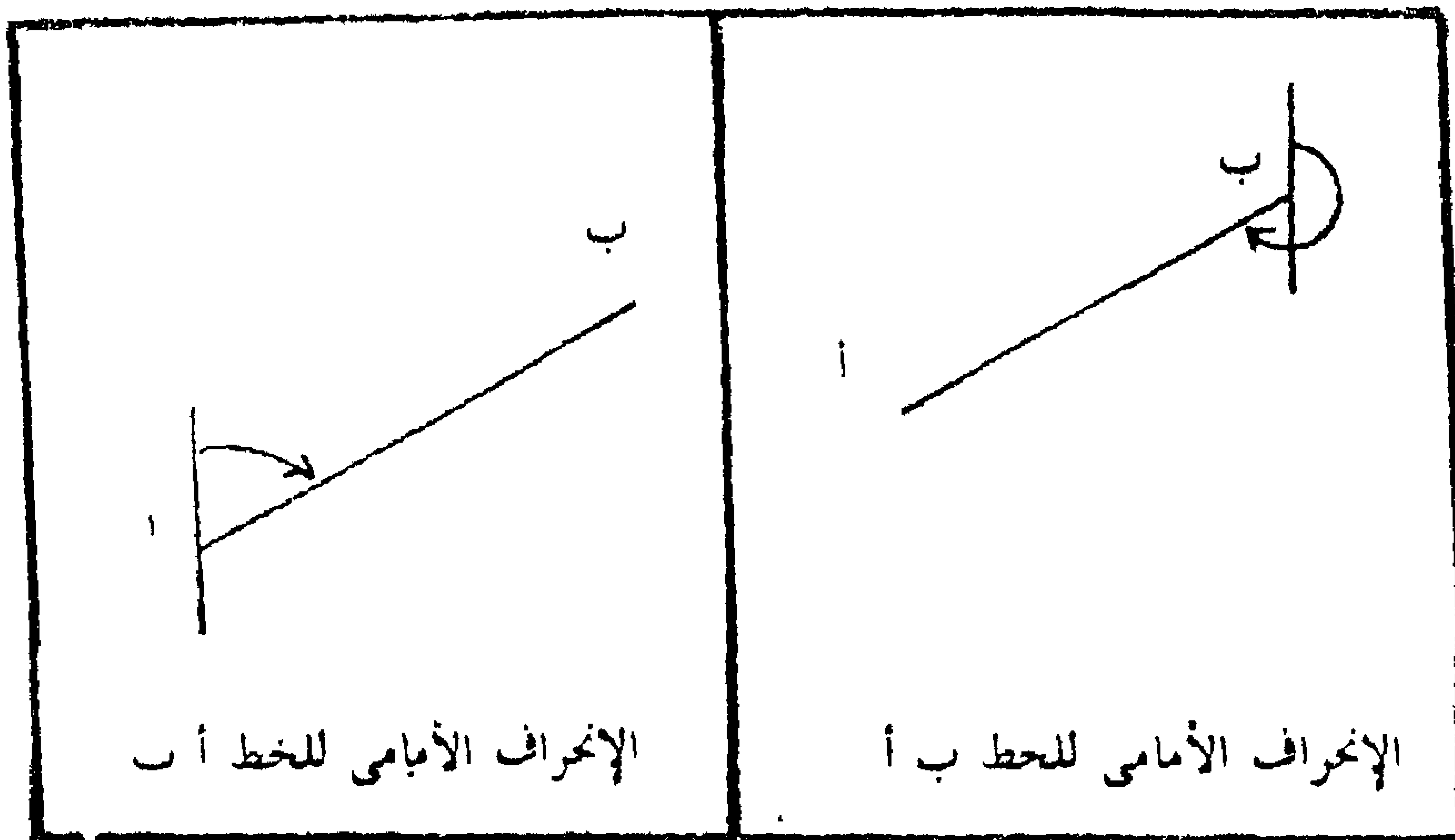
## ٢ ـــ قياس الإنحرافات :

تعرف الإنحرافات المقاسة بالبوصلة المنشورية بالإنحرافات الدائرية أى التى تقاس من إتجاه الشمال المغناطيسى فى إتجاه حركة عقارب الساعة فى دائرة القياس من صفر إلى ٣٦٠° .

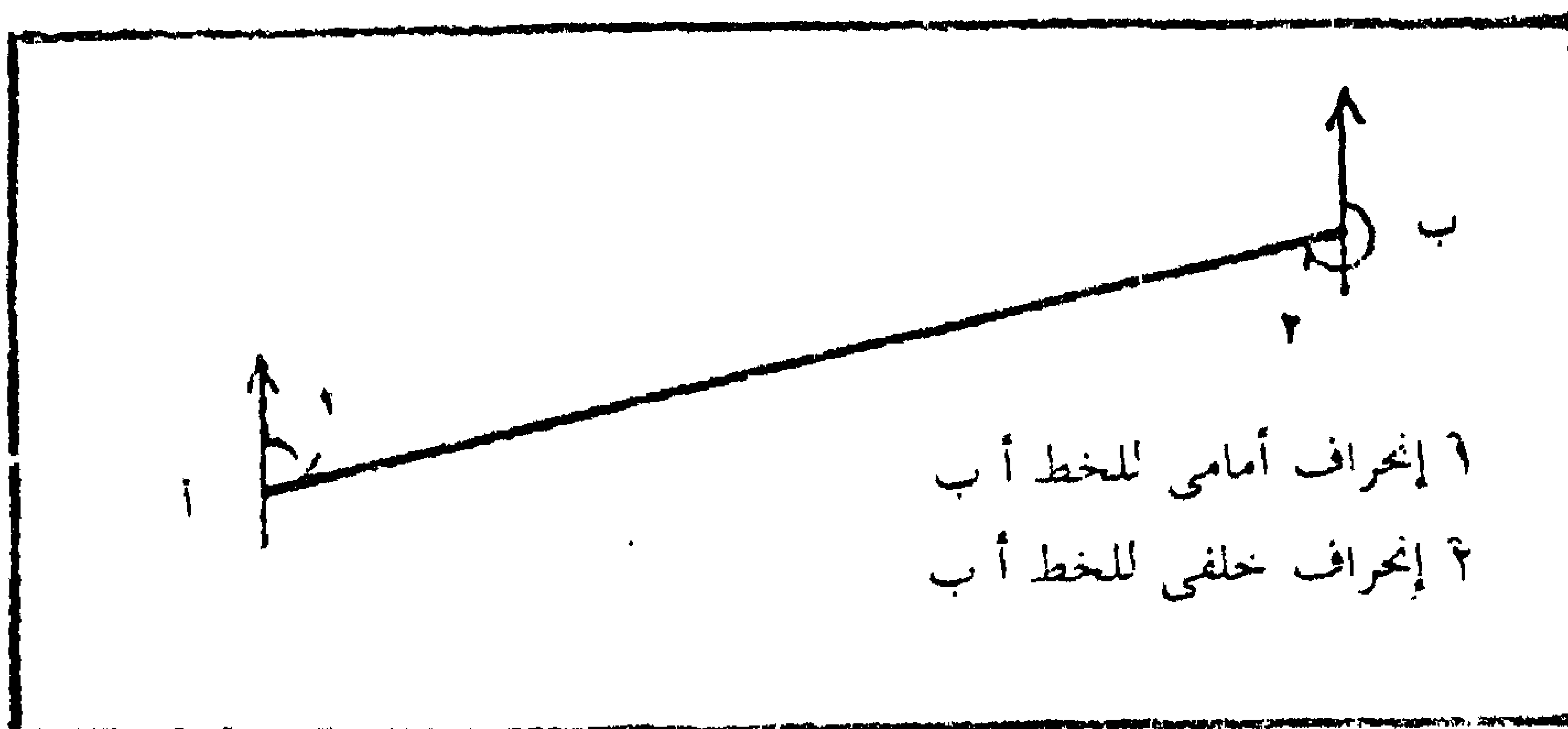
- يتم قياس الإنحراف الدائرى لأى خط بتثبيت البوصلة المنشورية على حاملها الثلاثى أفقية بحيث يكون مركز البوصلة مسامتاً لنقطة القياس بإستخدام خيط الشاغول .
- بإستخدام مسمار تهدئة حركة الابرة المغناطيسية حتى تتوقف عن الحركة وتشير تماماً إلى إتجاه الشمال المغناطيسى ، ثم بالإستعانة بالمنشور الثلاثى والدليل يوجه خط النظر إلى الهدف المطلوب رصده . تسجل القراءة المبينة على إطار القرص المعدنى فتكون هى الإنحراف الدائرى للخط الذى أوله عند موضع البوصلة ونهايته عند الهدف المرصود ويعرف بالإنحراف الأمامى .
- بتبادل المواضع بين البوصلة والهدف فإننا نسجل لنفس الخط إنحرافاً جديداً يعرف بالإنحراف الخلفى . ( شكل رقم ١١٤ ) .
- الفرق بين الإنحرافين الأمامى والخلفى يجب أن يكون مساوياً ١٨٠° ويقل عن ذلك أو يزيد فى حالة وجود تأثير للجاذبية المحلية .

- الإنحراف المقاس من أ هو الإنحراف الأمامى للخط أ ب = ٨٠°
- الإنحراف المقاس من ب هو الإنحراف الخلفى للخط أ ب = ٢٦٠°
- الفرق بين الإنحرافين = ٢٦٠ − ٨٠ = ١٨٠°

ومن ثم فإنه يمكن معرفة الإنحرافات الخلفية حسابياً من الإنحرافات الأمامية وذلك بإضافة ١٨٠° للإنحراف الذى يقل عن ١٨٠° وبطرح ١٨٠° من الإنحراف الذى يزيد عن ١٨٠° . ( شكل رقم ١١٥ ) .




( شكل رقم ١١٤ )
الإنحرافات الأمامية والخلفية




( شكل رقم ١١٥ )

يستفاد من العلاقة بين الإنحرافات الأمامية وبين الإنحرافات الخلفية فى إكتشاف أثر الجاذبية المحية ، ومن ثم يتم تصحيح هذه الإنحرافات حتى نتغلب على أثر الجاذبية المحلية ليصبح الفرق بين الإنحرافين دائماً مساوياً ١٨٠ درجة .

ويتم تصحيح الإنحرافات بإحدى الطريقتين طريقة المتوسطات ، وطريقة معالجة الجاذبية المحلية عند كل نقطة وتعرف بطريقة الجاذبية المحلية .

**١ ـــ المتوسطات الحسابية :**

يتم تصحيح أثر الجاذبية المحلية بتوزيع مقدار الفرق بين الإنحرافين على كل منها بالتساوى ـــ مناصفة على النحو التالى :

أ ـــ فى حالة ما إذا كان الفرق يزيد عن ١٨٠° يحسب الفرق وينصف ثم يضاف نصف الفرق إلى الإنحراف الأمامى إذا كان أقل من ١٨٠° ويطرح نصف الفرق من الإنحراف الخلفى .

ب ـــ فى حالة ما إذا كان الفرق أقل من ١٨٠° يحسب الفرق وينصف ثم يطرح نصف الفرق من الإنحراف الأمامى إذا كان أقل من ١٨٠° ويضاف نصف الفرق إلى الإنحراف الخلفى .

**مثال :**

قيس الإنحراف الأمامى للخط س ص فكان مساوياً ٤٦° على حين كان إنحرافه الخلفى ٢٢٧° بين إذا كان هناك تأثيراً للجاذبية المحلية وإن وجد صحح الإنحرافات بطريقة المتوسطات .

ـــ الفرق بين الإنحرافين الأمامى والخلفى = ٢٢٧ - ٤٦ = ١٨١°
لما كان الفارق يزيد عن ١٨٠° فعلى ذلك فإن هناك تأثيراً للجاذبية المحلية موجباً مقداره درجة واحدة .

ـــ يتم تصحيح الإنحرافات كالآتى :
نصف الفرق = نصف درجة = ٣٠ دقيقة
الإنحراف الأمامى أقل من ١٨٠° درجة

الإنحراف الأمامى المصحح = ٠٠ ٤٦° + ٣٠′ ٠٠°
= ٣٠′ ٤٦°
الإنحراف الخلفى المصحح = ٠٠′ ٢٢٧° - ٣٠′ ٠٠°
= ٣٠′ ٢٢٦
الفرق بين الإنحرافين = ٣٠′ ٢٢٦° ٣٠′ ٤٦°
= ١٨٠° .

**مثال :**

قيس الإنحراف الأمامى للخط أ ب فكان مساوياً ٣٠′ ٦٥° على حين كان إنحرافه الخلفى ٣٠′ ٢٤٤° . بين إذا كان هناك تأثيراً للجاذبية المحلية وإن وجد صحح الإنحرافات بطريقة المتوسطات .

الفرق بين الإنحرافين الأمامى والخلفى = ٣٠′ ٢٤٤° - ٣٠′ ٦٥°
= ١٧٩°

لما كان الفارق أقل من ١٨٠° فعلى ذلك فإن هناك تأثيراً للجاذبية المحلية سالباً مقداره درجة واحدة .

— **يتم تصحيح الإنحرافات كالآتى :**
**نصف الفرق = نصف درجة = ٣٠ دقيقة .**
— **الإنحراف الأمامى أقل من ١٨٠°**

الإنحراف الأمامى المصحح = ٣٠′ ٦٥° - ٣٠′ ٠٠
= ٠٠′ ٦٥°
الإنحراف الخلفى المصحح = ٣٠′ ٢٤٤° + ٣٠′ ٠٠
= ٠٠′ ٢٤٥°
الفرق بين الإنحرافين = ٠٠′ ٢٤٥° - ٠٠′ ٦٥°
= ١٨٠°

**٢ — الجاذبية المحلية :**

تعد هذه وسيلة لتصحيح أثر الجاذبية المحلية على الإنحرافات المقاسة بواسطة البوصلة المنشوريه عند رفع المضلعات المقفل منها والمفتوح . وتتلخص هذه

الطريقة فى تحديد خط من خطوط المضلع غير متأثر بالجاذبية المحلية كخط بداية لتصحيح بقية الإنحرافات ، فإن لم يوجد مثل هذا الخط الذى يجب أن يكون الفرق بين إنحرافيه الأمامى والخلفى مساوياً ١٨٠ درجة يتم البدء من أقل الخطوط تأثراً بالجاذبية المحلية أى الذى يحسب له أقل فرق بين الإنحرافين وتصحح إنحرافاته بطريقة المتوسطات .

— أى لا بد من وجود أو إيجاد خط خال من تأثير الجاذبية المحلية يبدأ منه تصحيح إنحرافات بقية الخطوط . من أحد طرف الخط وفى إتجاه حركة عقارب الساعة يتم التصحيح بالنسبة لخط المضلع التالى باتخاذ الإنحراف عند طرف الخط إنحرافاً أمامياً غير متأثر بالجاذبية المحلية ويحسب منه الإنحراف الخلفى لهذا الخط .

— الفرق بين الإنحراف المحسوب والإنحراف المرصود يمثل مقدار الجاذبية المحلية عند هذه النقطة ويكون موجباً أو سالباً . يعنى هذا أن جميع الأرصاد المقاسة من هذه النقطة محملة بمقدار هذا الفرق ومن ثم يتم تصحيحها .

**مثال :**

عند رفع المضلع أ ب جـ د بواسطة البوصلة المنشورية بطريقة المضلع كانت إنحرافات الخطوط الأمامية والخلفية كما هو مبين بجدول الأرصاد والمطلوب بيان مدى أثر الجاذبية المحلية على أرصاد المضلع وتصحيحها .

| الضلع | الإنحراف الأمامى | | الإنحراف الخلفى | |
|---|---|---|---|---|
| أ ب | ′٠٠ | °١٠٦ | ′٣٠ | °٢٨٥ |
| ب جـ | ٣٠ | ١٩٨ | ٠٠ | ١٨ |
| جـ د | ٣٠ | ٢٩٦ | ٣٠ | ١١٦ |
| د أ | ٣٠ | ٣٥ | ٣٠ | ٢١٦ |

ـــ يحسب الفرق بين الإنحرافات الأمامية وبين الإنحرافات المقاسة لبيان وجود تأثير للجاذبية المحلية من عدمه .

| الضلع | الإنحراف الأمامى | الإنحراف الخلفى | الفرق | ة الجاذبية |
|---|---|---|---|---|
| أ ب | ١٠٦° ٠٠' | ٢٨٥° ٣٠' | ١٧٩° ٣٠' | - ٣٠' |
| ب جـ | ١٩٨ ٣٠ | ١٨ ٠٠ | ١٨٠ ٣٠ | + ٣٠' |
| جـ د | ٢٩٦ ٣٠ | ١١٦ ٣٠ | ١٨٠ ٠٠ | ٠٠ |
| د أ | ٣٥ ٣٠ | ٢١٦ ٣٠ | ١٨١ ٠٠ | + ١° |

ـــ من الواضح وجود تأثير للجاذبية المحلية فى أرصاد المضلع .

ـــ يلاحظ أن الضلع جـ د لم تتأثر أرصاده بالجاذبية المحلية فالفرق بين إنحرافيه = ١٨٠ درجة ومن ثم فإن جميع الإنحرافات المرصودة من نقطة جـ صحيحة وأيضاً المرصودة من نقطة د .

ـــ يتم تصحيح بقية الإنحرافات من النقطة جـ أو من النقطة د فى إتجاه حركة عقارب الساعة .

ـــ بإتخاذ النقطة د بداية لعملية التصحيح فإن جميع الأرصاد من هذه النقطة صحيحة .

ـــ الإنحراف الأمامى للضلع د أ مرصود من النقطة د على ذلك فهو إنحراف صحيح غير متأثر بالجاذبية المحلية ومقداره ٣٠' ٣٥° .

ـــ من الإنحراف الأمامى للضلع د أ يتم حساب الإنحراف الخلفى للضلع :
الإنحراف الخلفى للضلع = ٣٠' ٣٥° + ٠٠' ١٨٠° = ٣٠' ٢١٥°

ـــ الفرق بين الإنحراف الصحيح المحسوب وبين الإنحراف المرصود :
= ٣٠' ٢١٦° - ٣٠' ٢١٥° = + درجة واحدة .

يعنى ذلك أن هناك قوة جاذبية محلية عند النقطة أ مقدارها درجة واحدة موجبة أى أن جميع الأرصاد من نقطة أ تزيد عن الأرصاد

الصحيحة بمقدار درجة واحده ومنها الإنحراف الأمامى للضلع أ ب وعلى ذلك يتم تصحيحه بطرح هذه الدرجة .

الإنحراف الأمامى للضلع أ ب مصححاً = ٠٠َ ١٠٦° - ٠٠َ ١°
= ٠٠َ ١٠٥°

وبالتالى يكون الإنحراف الخلفى المصحح = ٠٠َ ١٠٥° + ٠٠ ١٨٠°
= ٠٠َ ٢٨٥°

ـ الفرق بين الإنحراف الصحيح المحسوب وبين الإنحراف المرصود = + ٣٠َ

يعنى ذلك أن هناك قوة جاذبية محلية عند النقطة ب مقدارها ٣٠َ موجبة .

أى أن جميع الإنحرافات المقاسة من ب تزيد عن الأرصاد الصحيحة بمقدار ٣٠َ ومنها الإنحراف الأمامى للضلع ب جـ ويتم تصحيحه بطرح ٣٠َ

الإنحراف الأمامى المصحح للضلع ب جـ = ٣٠َ ١٩٨° - ٣٠َ ٠٠°
= ١٩٨°

ـ وبحساب الإنحراف الخلفى للضلع ب جـ = ١٩٨° - ١٨٠° = ١٨°

وهو نفسه الإنحراف الخلفى المقاس من نقطة جـ التى تخلو من تأثير الجاذبية المحلية .

ـ وتكون أرصاد مضلع البوصلة المنشورية المصححة بطريقة الجاذبية :

| المضلع | الإنحراف الأمامى | الإنحراف الخلفى | الفرق |
|---|---|---|---|
| أ ب | ٠٠َ ١٠٥° | ٠٠َ ٢٨٥° | ١٨٠° |
| ب جـ | ٠٠ ١٩٨ | ٠٠ ١٨ | ١٨٠ |
| جـ د | ٣٠ ٢٩٦ | ٣٠ ١١٦ | ١٨٠ |
| د أ | ٣٠ ٣٥ | ٣٠ ٢١٥ | ١٨٠ |

# الإنحرافات ربع الدائرية والإنحرافات المختصرة

تتم المعالجة الكمية للإنحرافات المغناطيسية المقاسة للخطوط بإستخدام بعض النسب المثلثية كالجيوب وجيوب التمام ، ومن ثم يكون التعامل الزاوى مع الإنحرافات فى مدى زاوية بين صفر ، ٩٠ درجة . ومن الممكن تحويل الإنحرافات الدائرية المقاسة بالبوصلة إلى إنحرافات ربع دائرية أو مختصرة لتيسير المعالجة الكمية وتفادياً للأخطاء .

**ــ الإنحرافات ربع الدائرية :**

لتحويل الإنحرافات الدائرية إلى إنحرافات ربع دائرية تقسم دائرة القياس الزاوى إلى أربعة أقسام تتفق والإتجاهات الأصلية ، يمثل قطرها الرأسى خط الإتجاه شمال جنوب وقطرها الأفقى خط الإتجاه شرق غرب .

يتم القياس دائماً من خط الشمال فى إتجاه الشرق وفى إتجاه الغرب ومن خط الجنوب فى إتجاه الشرق وفى إتجاه الغرب أيضاً فى مدى زاوى يعادل ربع دائرة أى من صفر إلى ٩٠ درجة

وللتحويل من القياس الزاوى الدائرى إلى القياس ربع الدائرى يوقع الإنحراف الدائرى بزاويته المقاسة فيتحدد موقع إتجاه الإنحراف داخل ربع من أقسام الدائرة الأربعة فيميز بإتجاهات الربع الذى يقع فيه . ( شكل رقم ١١٦ ) .

**١ ــ بالنسبة للربع الأول :**

وتقع فيه جميع الإنحرافات الدائرية بين صفر ، ٩٠° بدءاً من إتجاه الشمال وفى إتجاه حركة عقارب الساعة .

وعلى ذلك فإن الإنحرافات الدائرية التى لا تتجاوز ٩٠° هى نفسها الإنحرافات ربع الدائرية وتميز بالرمزين ش ق .

٢ ــ بالنسبة للربع الثانى :

وتقع فيه جميع الإنحرافات بين ٩٠° ، ١٨٠° ولتحويلها إلى الإنحرافات ربع دائرية يتم حساب مكملات الزوايا حيث أن القياس فى هذا الربع يبدأ من إتجاه الجنوب وفى إتجاه ضد حركة عقارب الساعة .

وبذلك يكون الإنحراف ربع الدائرى مساوياً للفرق بين ١٨٠° وبين الإنحراف الدائرى ويميز بالرمزين جـ ق .

٣ ــ بالنسبة للربع الثالث :

وتقع فيه جميع الإنحرافات الدائرية بين ١٨٠° ، ٢٧٠° ولتحويلها إلى إنحرافات ربع دائرية يتم حساب مقدار زيادة هذه الإنحرافات الدائرية عن ١٨٠° حيث أن القياس فى هذا الربع يبدأ من إتجاه الجنوب فى إتجاه حركة عقارب الساعة فيكون الإنحراف ربع الدائرى مساوياً الإنحراف الدائرى مطروحاً منه ١٨٠° ويميز جـ غـ .

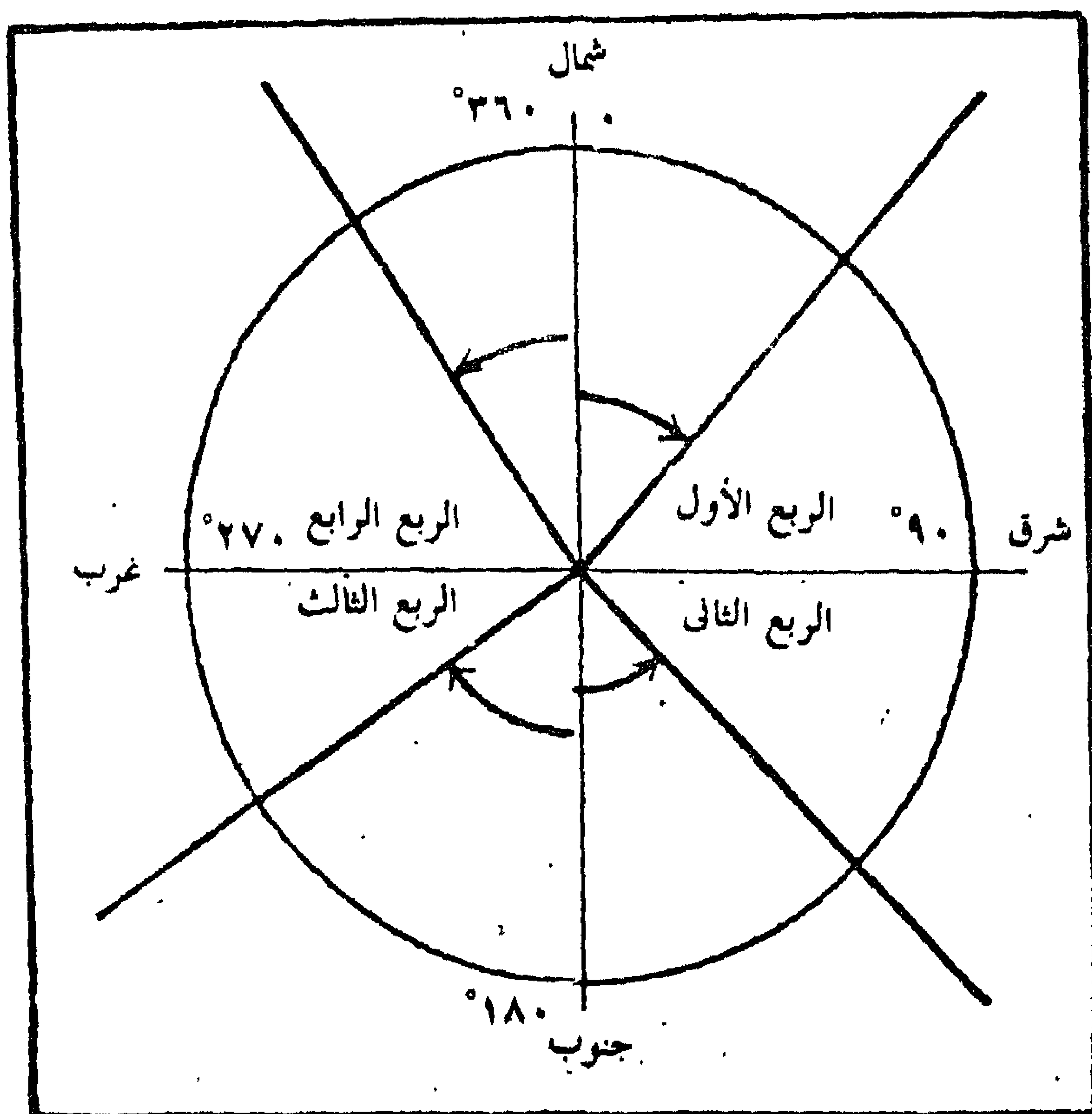
٤ــ بالنسبة للربع الرابع :

وتقع فيه جميع الإنحرافات الدائرية بين ٢٧٠° ، ٣٦٠° ولتحويلها إلى إنحرافات ربع دائرية يتم حساب مقدار الفرق بين الإنحراف الدائرى وبين ٣٦٠° حيث أن القياس فى هذا الربع يبدأ من إتجاه الشمال فى إتجاه ضد حركة عقارب الساعة فيكون الإنحراف ربع الدائرى مساوياً ٣٦٠ مطروحاً منها الإنحراف الدائرى ويميز ش . غـ .

ــ الإنحرافات المختصرة :

وتحتسب الإنحرافات المختصرة بنفس أسلوب حساب الإنحرافات ربع الدائرية مع تحويل رموز تمييز كل ربع إلى إشارات :

ــ الربع الأول + +
ــ الربع الثانى − +
ــ الربع الثالث − −
ــ الربع الرابع + −




( شكل رقم ١١٦ )

**مثال :**

أوجد الإنحرافات ربع الدائرية للإنحرافات الدائرية :

٤٦° — ٨٣° — ١٥٥° — ١٧٧° — ١٨١° — ٢٦٨ — ٢٧٥° — ٣٢٠° — ٣٥٥° .

١ — الإنحراف ربع الدائرى للإنحراف الدائرى ٤٦°

— يقع الإتجاه فى الربع الأول

— الإنحراف ربع الدائرى = ش ٤٦° ق

— الإنحراف المختصر = + ٤٦ +

٢ ــ الإنحراف ربع الدائرى للإنحراف الدائرى ١٥٥°:
ــ يقع الإتجاه فى الربع الثانى
ــ الإنحــراف ربع الدائرى = ١٨٠ – ١٥٥ = جـ ٢٥ ق
ــ الإنحــراف المختصــر = – ٢٥ +

٣ ــ الإنحراف ربع الدائرى للإنحراف الدائرى ١٨١°
ــ يقع الإتجاه فى الربع الثالث
ــ الإنحراف ربع الدائــرى = ١٨١ – ١٨٠ = جـ ١° غـ
ــ الإنحــراف المختصــر = – ١° –

٤ ــ الإنحراف ربع الدائرى للإنحراف الدائرى ٢٧٥°
ــ يقع الإتجاه فر الربع الرابع
ــ الإنحراف ربع الدائــرى = ٣٦٠ – ٢٧٥ = ش ٨٥° غـ
ــ الإنحراف المختصــر = + ٨٥° –

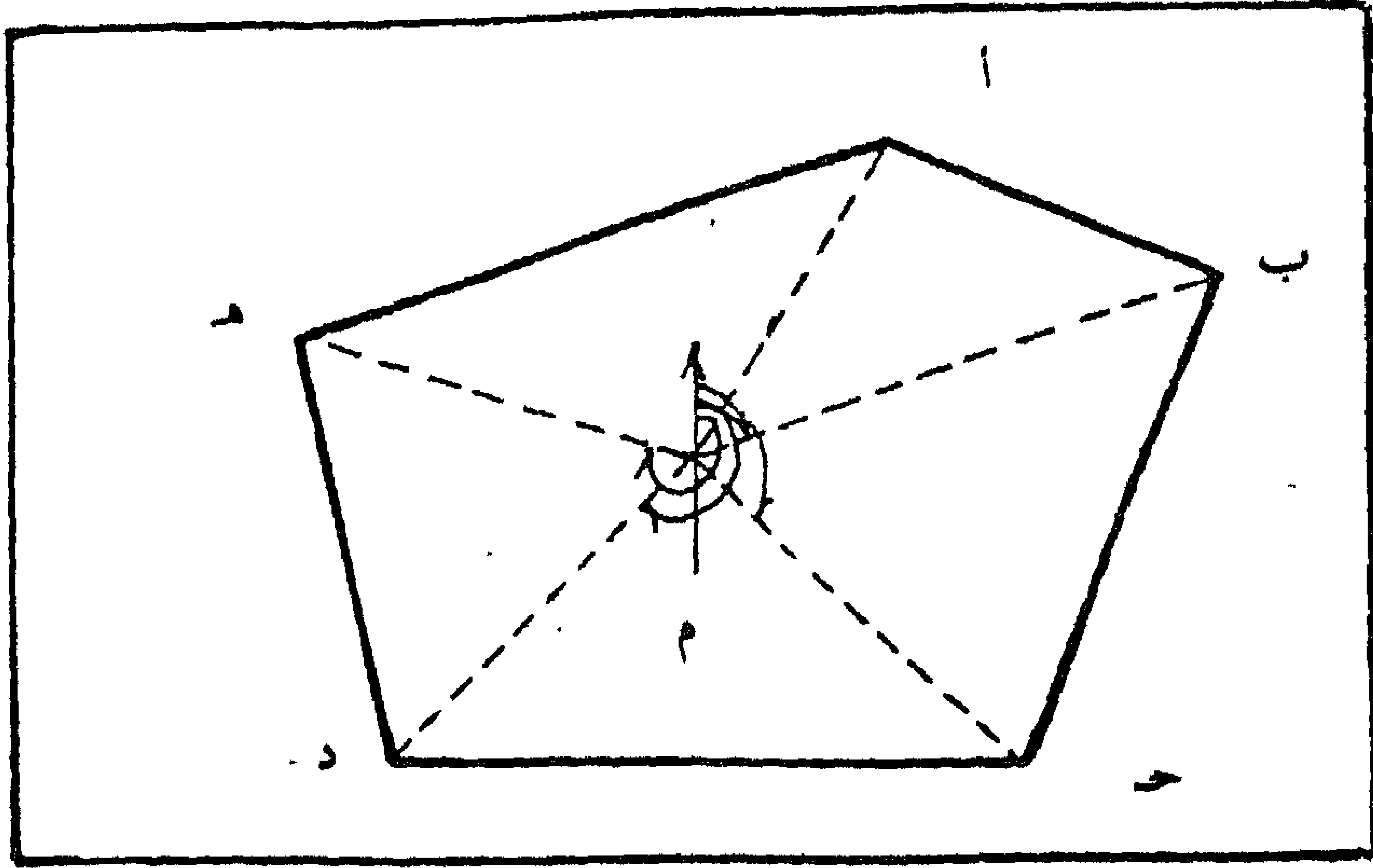
## طرق الرفع المساحى بالبوصلة

تبعاً لطبيعة المنطقة المطلوب رفعها بإستخدام البوصلة المنشورية تتنوع طرق الرفع بين :

١ ــ طريقة التمركز .
٢ ــ طريقة المضلع .
٣ ــ طريقة التقاطع .

### أولاً : طريقة التمركز :

بعد إجراء عملية الإستكشاف وإختيار رءوس المضلع وكذلك رسم الكروكى فى دفتر الحقل ، يتم التأكد من إمكانية رصد كل رءوس المضلع من نقطة مركزية داخل المضلع ، كذلك إمكانية قياس الأطوال بين هذه النقطة المركزية وبين كل نقطة من نقط رءوس المضعل ( شكل رقم ١٧)




( شكل رقم ١٢٧ )
الرفع بالبوصلة المنشورية بطريقة التمركز

**خطوات الرفع بطريقة التمركز :**

أ ـــ تتم عملية الرفع بالتمركز بالبوصلة المنشورية فى نقطة مركزية داخل المضلع ولتكن النقطة م ، وتثبت البوصلة فوق حاملها الثلاثى بحيث تسامت البوصلة النقطة م بواسطة خيط الثقل أو خيط الشاغول مع جعل البوصلة أفقية تماماً .

ب ـــ من فتحة المنشور الرأسية يوجه خط النظر إلى الشعرة التى تتوسط الدليل وتحرك البوصلة حركة أفقية فى إتجاه حركة عقارب الساعة حتى يتم رصد أول نقطة من نقط المضلع أ .

جـ ـــ بعد أن تثبت حركة الإبرة المغناطيسية ومن خلال الفتحة المستديرة للمنشور تقرأ درجة إنحراف الضلع م أ ( الإنحراف الأمامى ) .

د ـــ يتم التوجيه إلى بقية نقط رءوس المضلع على الترتيب ب ، جـ ، د ، هـ ترصد درجات الإنحراف عن الشمال المغناطيسى تمثل الإنحرافات الأمامية للخطوط م ب ، م جـ ، م د ، م هـ .

هـ ـــ بإستخدام الشريط تقاس أطوال الإتجاهات م أ ، م ب ، م حـ ، م د ، م هـ من النقطة المركزية إلى نقط رءوس المضلع .

**توقيع المضلع المقفل أ ب جـ د هـ :**

و ـــ على لوحة الرسم توقع نقطة تقابل النقطة المركزية م فى الطبيعة على خط إتجاه يمثل إتجاه الشمال المغناطيسى .

ز ـــ بإستخدام المنقلة الدائرية ومن النقطة المركزية م ترسم زوايا تساوى درجات إنحراف الخطوط م أ ، م ب ، م حـ م د ، م هـ وترسم اشعة من نقطة $م_1$ لتعين هذه الإتجاهات .

حـ ـــ بمقياس الرسم المختار يحدد طول كل شعاع تبعاً للقياس الطولى من الطبيعة للمسافات بين نقطة $م_1$ وبين رءوس المضلع .

ط ـــ بعد تحديد مواقع النقط أ ، ب ، حـ ، د ، هـ على الأشعة المرسومة من نقطة $م_1$ يتم توصيل خطوط المضلع أ ب ، ب حـ ، حـ د ، د هـ ، هـ أ بذلك يكون قد تم رفع وتوقيع المضلع بمقياس الرسم المطلوب .

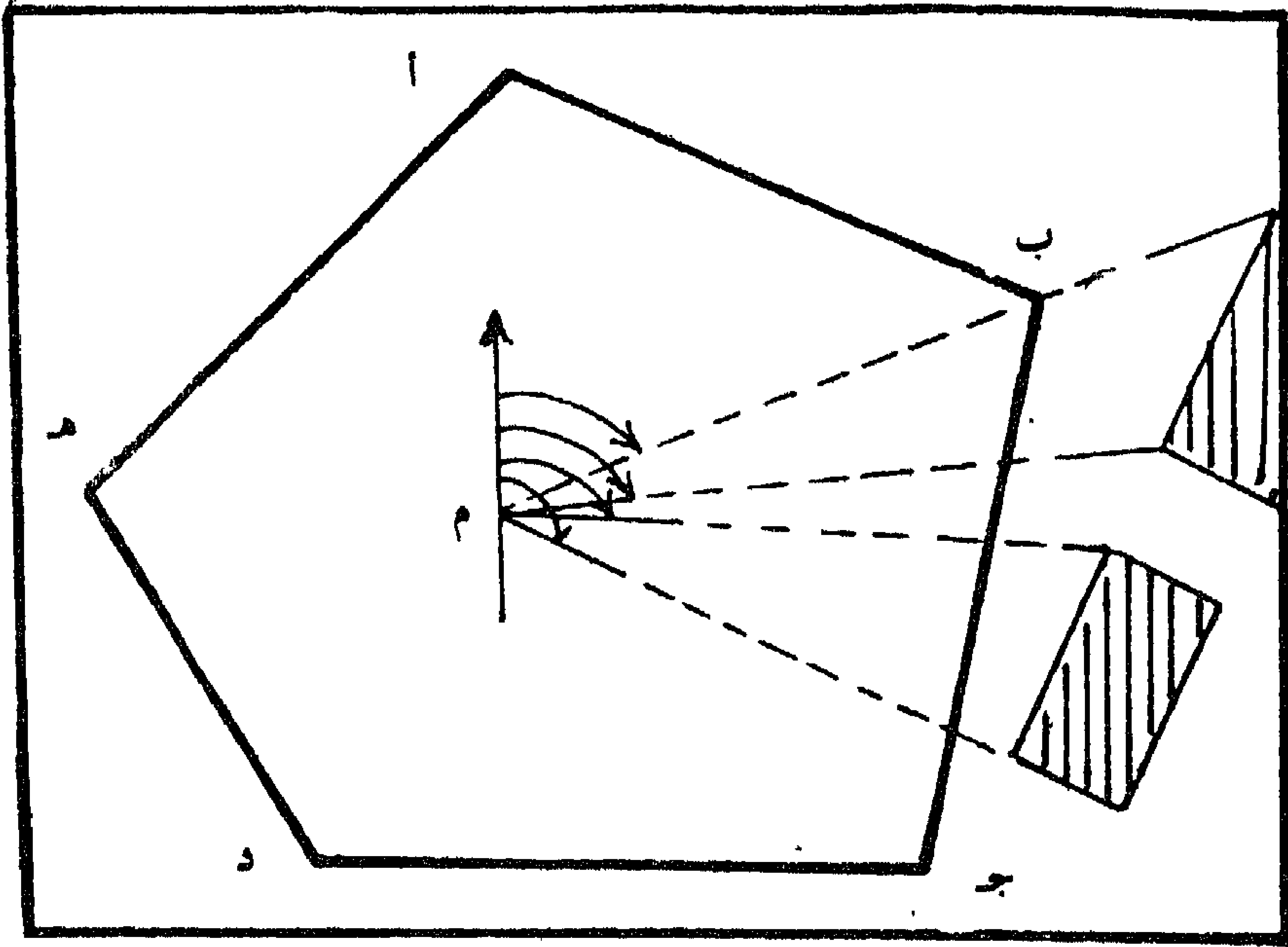
**رفع التفاصيل :**

يتم رفع التفاصيل بنفس طريقة رفع المضلع وذلك برصد إنحرافات وقياس أطوال الإتجاهات إلى نقط الظواهر المطلوب رفعها من موضع تمركز البوصلة المنشورية ، توقع التفاصيل بنفس أسلوب توقيع نقط رءوس المضلع . ( شكل رقم ١١٨ ) .

**ثانياً : طريقة المضلع :**

يتم رفع المضلع برصد الإنحرافات الأمامية والإنحرافات الخلفية لكل خط من خطوط المضلع وذلك بالتمركز بالبوصلة المنشورية عند كل نقطة من نقط رءوس المضلع المطلوب رفعه . وتتلخص خطوات الرفع فى الآتى :

أ ـــ تتم عملية الرفع بإختيار إحدى نقط رءوس المضلع ولتكن النقطة أ ، يتم التمركز بالبوصلة المنشورية مسامتة لنقطة أ مع الحفاظ على أفقية البوصلة يتم التوجيه إلى نقط ب ورصد الإنحراف الأمامى للضلع ب




**( شكل رقم ١١٨ )**

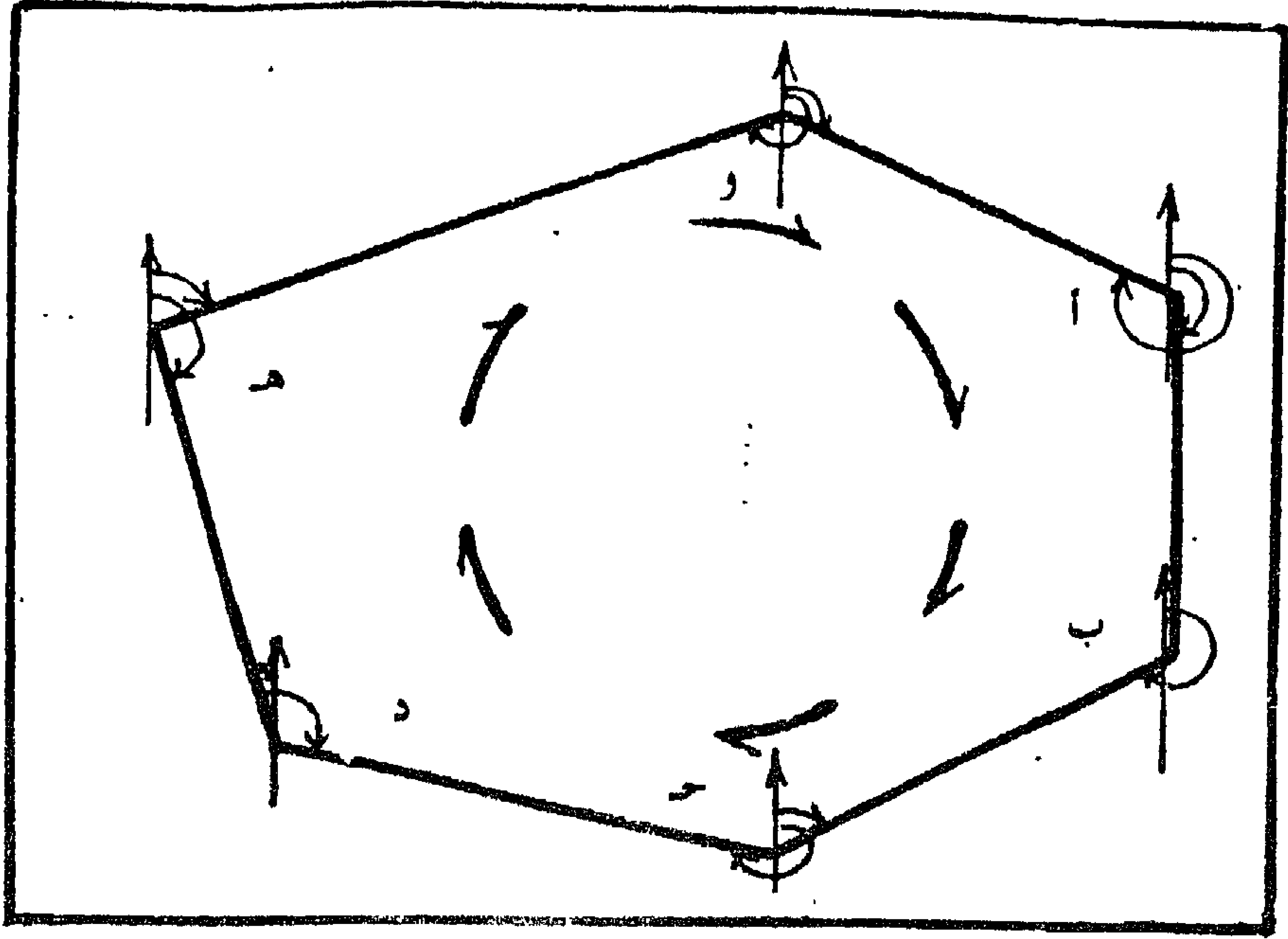
**رفع التفاصيل بطريقة التمركز**

وتسجيله فى الخانة المخصصة للإنحرافات الأمامية أمام الضلع أ ب . ثم يتم التوجيه إلى النقطة و ورصد الإنحراف الخلفى للضلع و أ وتسجيله فى خانة الإنحرافات الخلفية أمام الضلع و أ .

ب ـ يتم الإنتقال بالبوصلة فى إتجاه حركة عقارب الساعة إلى النقطة التالية لنقطة أ من نقط المضلع وهى النقطة ب .

جـ ـ يتم التمركز بالبوصلة مسامتة لنقطة ب مع الحفاظ على أفقية البوصلة والتوجيه إلى نقطة حـ ورصد الإنحراف الأمامى للضلع ب حـ وتسجيله فى دفتر الحقل فى جدول الرصد وأيضاً التوجيه إلى النقطة أ ورصد الإنحراف الخلفى للضلع أ ب وتسجيله فى خانة الإنحرافات الخلفية أمام الضلع أ ب .

د ـ بتكرار نفس الخطوات بالنسبة لكل نقطة من نقط رءوس المضلع حتى يتم رصد الإنحرافات الأمامية والإنحرافات الخلفية لكل خطوط المضلع مدونة داخل جدول أرصاد البوصلة المنشورية فى دفتر الحقل..




( شكل رقم ١١٩ )

الرفع بالبوصلة المنشورية بطريقة المضلع

هـ ـــ بإستخدام الشريط تقاس أطوال الخطوط أ ب ، ب حـ ، جـ د ، د هـ ، هـ و ، و أ بذلك يكون قد تم رفع المضلع . ( شكل رقم ١١٩ ) .

**توقيع المضلع المقفل أ ب جـ د هـ و .**

بعد عملية رصد الإنحرافات والأطوال يتم توقيع المضلع بالخطوات الآتية :

أ ـــ يسبق عملية التوقيع إجراء التصحيح اللازم للإنحرافات إذا لزم فى حالة وجود تأثير للجاذبية المحلية بحيث يكون الفرق بين الإنحراف الأمامى والإنحراف الخلفى لكل خط من خطوط المضلع ١٨٠ درجة .

ب ـــ على لوحة الرسم يتم توقيع أول نقطة من نقط رءوس المضلع ولتكن النقطة أ ويرسم عندها خط ليدل على إتجاه الشمال المغناطيسى

وباستحدام المنقلة يتم توقيع زاوية الإنحراف الأمامى للضلع أ ب ويرسم الإتجاه أ ب

جـ ـــ تبعاً لمقياس الرسم المختار يتم تحويل طول الخط أ ب لمقاس من على الطبيعة إلى مقابله على الرسم وتحديد موقع النقطة ب على الإتجاه السابق رسمه من نقطة أ وبذلك يكون قد تم توقيع الضلع أ ب .

د ـــ عند النقطة ب يرسم خط ليمثل إتجاه الشمال يوازى الإتجاه السابق رسمه عند النقطة أ .

هـ ـــ بإستخدام المنقلة يتم توقيع زاوية الإنحراف الأمامى للضلع ب جـ ويرسم الإتجاه من ب إلى جـ .

و ـــ يحدد موقع النقطة جـ تبعاً للطول المقاس للخط ب جـ على الطبيعة ووفقاً لمقياس الرسم المختار وبذلك يكون قد تم توقيع الضلع ب جـ .

ز ـــ يتم تكرار خطوات التوقيع بالنسبة لكل نقطة من نقط رءوس المضلع حتى يتم توقيع بقية خطوط المضلع .

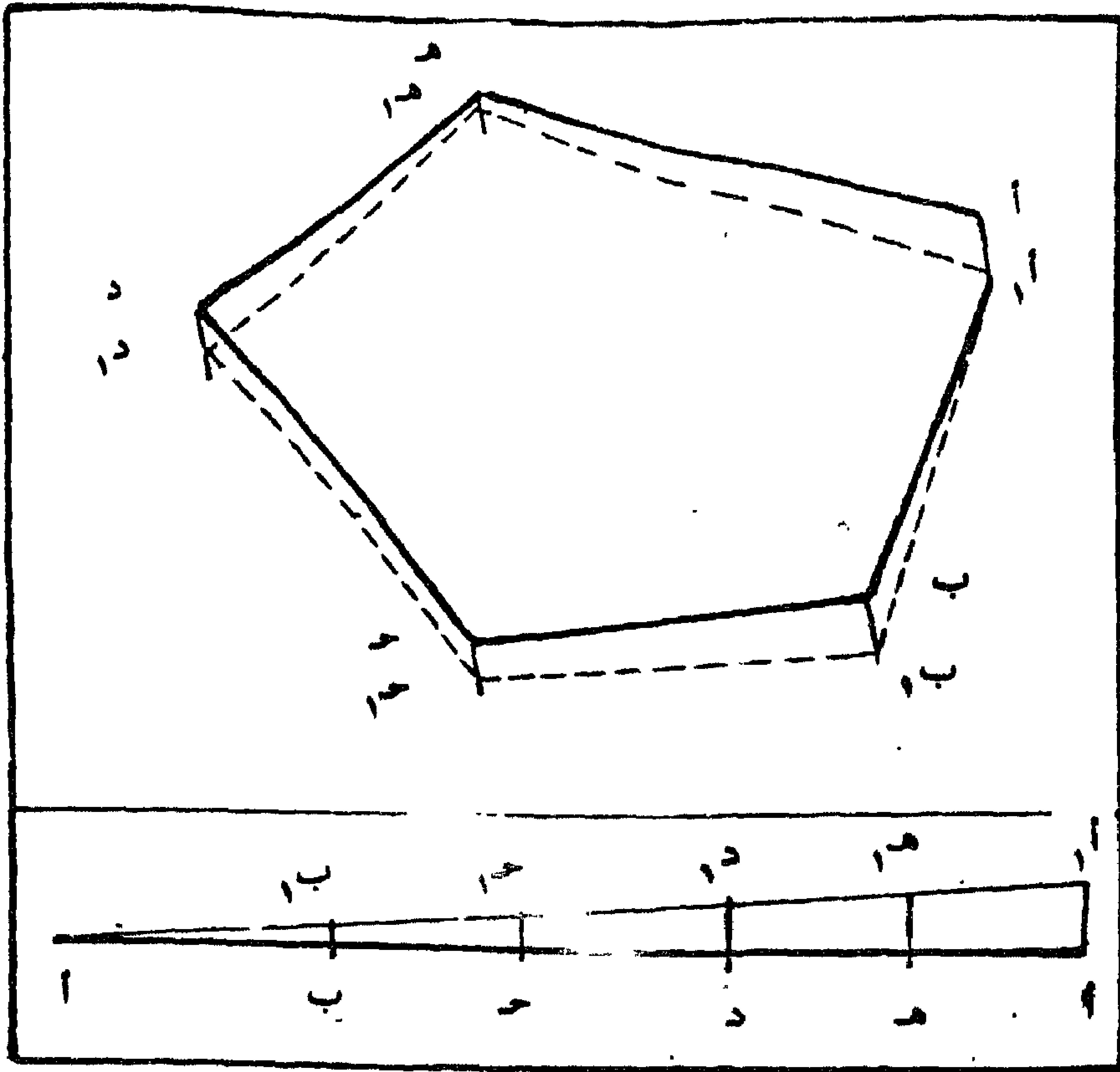
**خطأ القفل :**

بعد توقيع كل أضلاع المضلع قد يحدث ما يعرف بخطأ القفل نتيجة لبعض أخطاء الرصد أو التوقيع ، ويظهر هذا الخطأ عندما لا تنطبق نقطة بداية توقيع المضلع على نقطة نهايته . فإذا كان الخطأ فى حدود المسموح به يتم تصحيح هذا الخطأ بتوزيعه على أطوال المضلع كل ضلع تبعاً لطوله ويتم تصحيح الخطأ بالطريقه الآتيه .

أ ـــ يرسم خط مستقيم بطول يساوى مجموع أطوال خطوط المضلع ويقام على أحد طرفيه بعد عمودى يساوى طول خطأ القفل أ أ١

ب ـــ من نقطة أ١ يوصل وتر المثلث أ١ أ ويقسم الخط أ أ١ إلى أقسام عند ب ، جـ ، د ، هـ بحيث يساوى كل قسم طول الضلع المناظر له من خطوط المضلع

جـ ـــ من النقط ب ، جـ ، د ، هـ تقام أعمدة تلاقى وتر المثلث فى النقط ب١ ، جـ١ ، د١ ، هـ١ وبذلك يكون طول كل عمود منها مساوياً نصيب كل خط من خطوط الضلع من التصحيح تبعاً لطوله



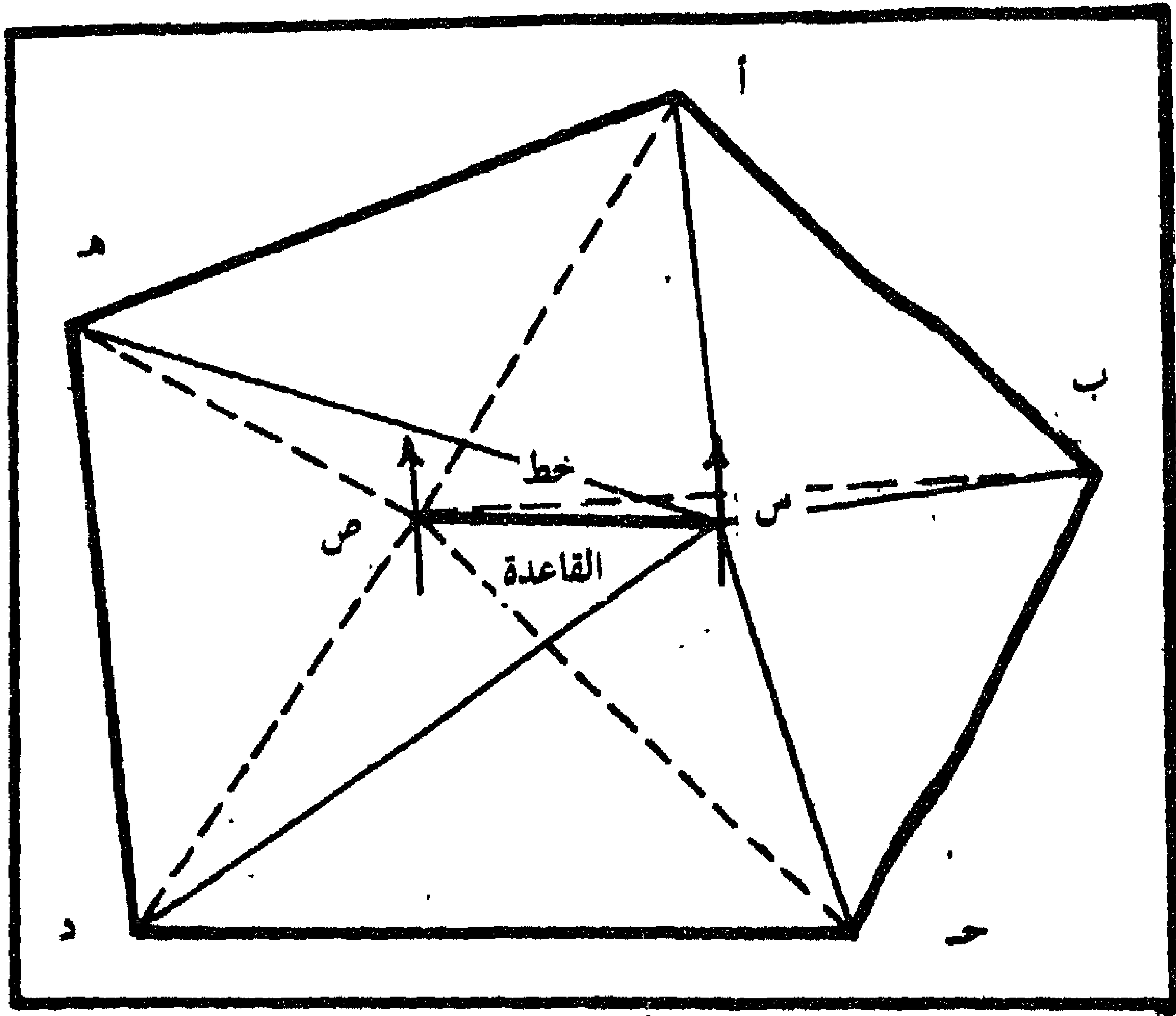

**( شكل رقم ١٢٠ )**

**تصحيح خطأ القفل**

د ــ على اللوحة ترسم خطوط موازية للخط أ أ١ الذى هو خطأ القفل عند كل نقطة من رءوس المضلع ويحدد على كل خط منها طول يساوى طول العمود الخاص بتصحيح خطأ القفل فتحدد نقط جديدة هى ب١ ، جـ١ ، د١ ، هـ١ تمثل رءوس المضلع المصحح المقفل . ( شكل رقم ١٢٠ ) .

## ثالثاً : طريقة التقاطع :

تستخدم طريقة التقاطع عند الرفع بالبوصلة المنشورية عندما يتعذر قياس أطوال المضلع قياساً مباشراً حيث تعتمد هذه الطريقة على قياس خط واحد يعرف بخط القاعدة ، منه يتم رصد الإنحرافات الأمامية للإتجاهات بين طرفى خط القاعدة وبين كل نقطة من نقط رءوس المضلع




( شكل رقم ١٢١-١ )
**الرفع بالبوصلة المنشورية بطريقة التقاطع**

وتتلخص خطوات الرفع بطريقة التقاطع فى الخطوات الآتية :

أ ــ لرفع المضلع أ ب جـ د هـ المقفل بالبوصلة المنشورية بطريقة التقاطع يتم إختيار خط بطول مناسب داخل حدود المضلع بحيث يمكن التوجيه والرصد من طرفيه س ، ص على كل نقطة من نقط رءوس المضلع ويتم قياس طول هذا الخط قياساً دقيقاً بأدوات قياس الأطوال .

ب ــ من نقطة س يتم التمركز بالبوصلة المنشورية مسامته لنقطة س وأفقية . يتم التوجيه إلى النقطة ص ورصد الإنحراف الأمامى لخط القاعدة س ص .

حـ ــ من النقطة س يتم التوجيه إلى النقط أ ، ب ، جـ ، د ، هـ وقياس الإنحرافات الأمامية للإتجاهات س أ ، س ب ، س جـ ، س د ، س هـ وتسجيلها فى جدول الأرصاد فى دفتر الحقل .

د ــ يتم الإنتقال بالبوصلة المنشورية إلى النقطة ص عند الطرف الثانى لخط القاعدة س ص ويتم التمركز بالبوصلة مسامته لنقطة ص وأفقية والتوجيه على نقطة س وقياس الإنحراف الخلفى لخط القاعدة س ص .

هـ ــ من النقطة ص يتم التوجيه إلى نقط رءوس المضلع أ ، ب ، جـ ، د ، هـ وقياس الإنحرافات الأمامية للإتجاهات ص أ ، ص ب ، ص حـ ، ص د ، ص هـ وتسجيلها فى جدول أرصاد الـ.ـ لة فى دفتر الحقل ..

وبإنتهاء هذه الخطوة يكون قد تم رفع المضلع بطريقة التقاطع ( شكل رقم ١٢١)

**توقيع المضلع المقفل أ ب جـ .**

لتوقيع المضلع المقفل أ ب جـ د هـ تتبع الخطوات الآتية :

١ ــ من واقع الأرصاد المدونة فى صفحة دفتر الحقل الخاصة بأرصاد البوصلة المنشورية وبمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ يتم توقيع المضلع .

| من / إلى | س | ص | أ | ب | حـ | د | هـ | لأرصاد التفاصيل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| س | ٠٠ | ٢٧٠ | ٣٥٩ | ٧٠ | ١٤٥ | ٢٥٨ | ٣٠٠ | |
| ص | ٩٠ | ٠٠ | ٣٧ | ٨١ | ٠١٥ | ٢٢٢ | ٣٢٢ | |
| طول خط القاعدة ٤٠ متراً | | | | | | | | |

٢ ــ على لوحة الرسم وفى موقع متوسط يتم توقيع نقطة س وعليها يرسم خط يمثل إتجاه خط الشمال .

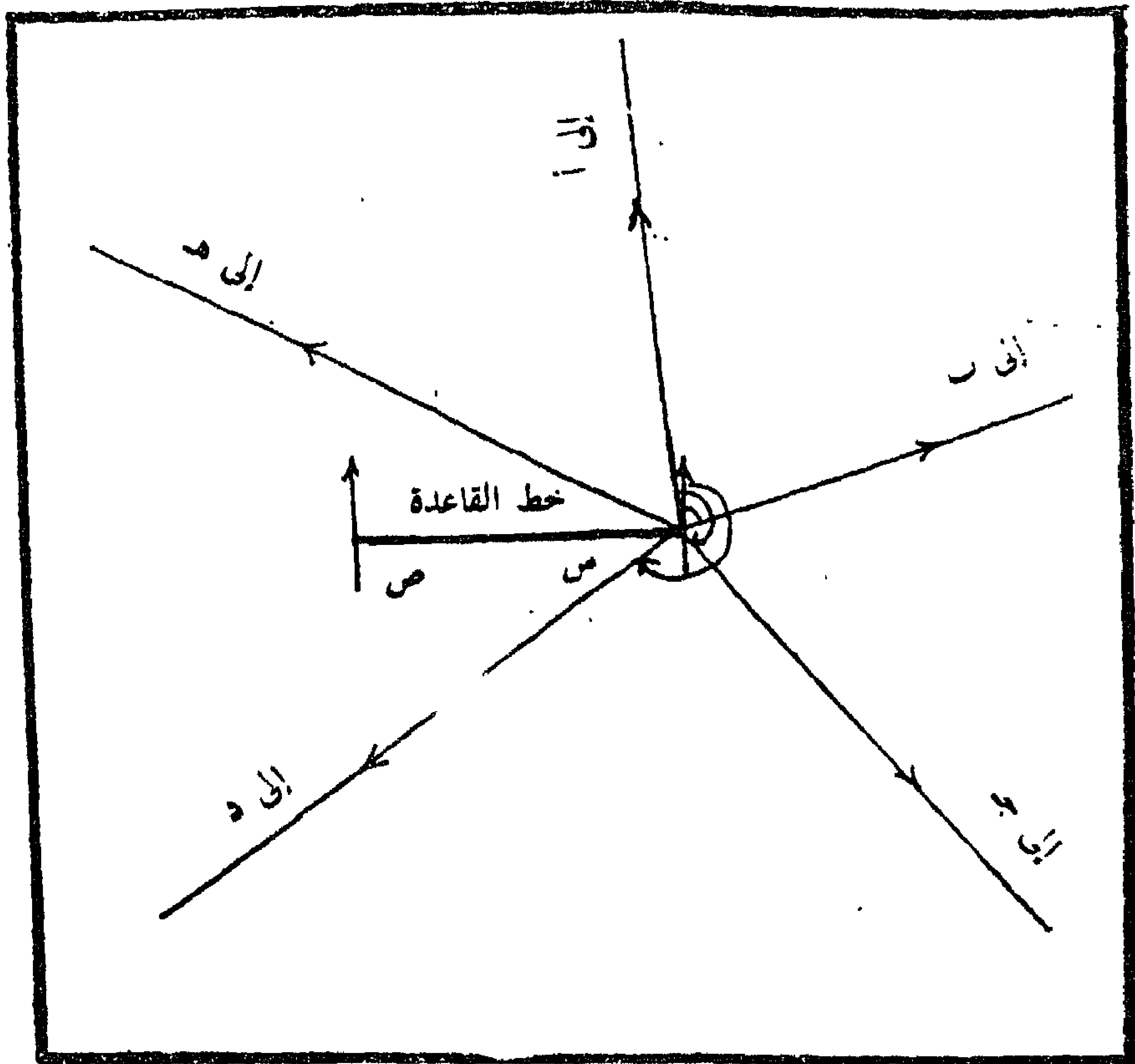
٣ ــ من نقطة س وبإستخدام المنقلة ترسم زاوية الإنحراف الأمامي لخط القاعدة س ص ويرسم الإتجاه من س في إتجاه ص .

٤ ــ تبعاً لمقياس الرسم ولطول خط القاعدة المقاس يحدد موقع نقطة ص على بعد ٤ سم من نقطة س على الإتجاه السابق رسمه . ثم يرسم لها إتجاه الشمال ويقاس الإنحراف الخلفي للخط س ص للتأكد من دقة التوقيع والرسم .

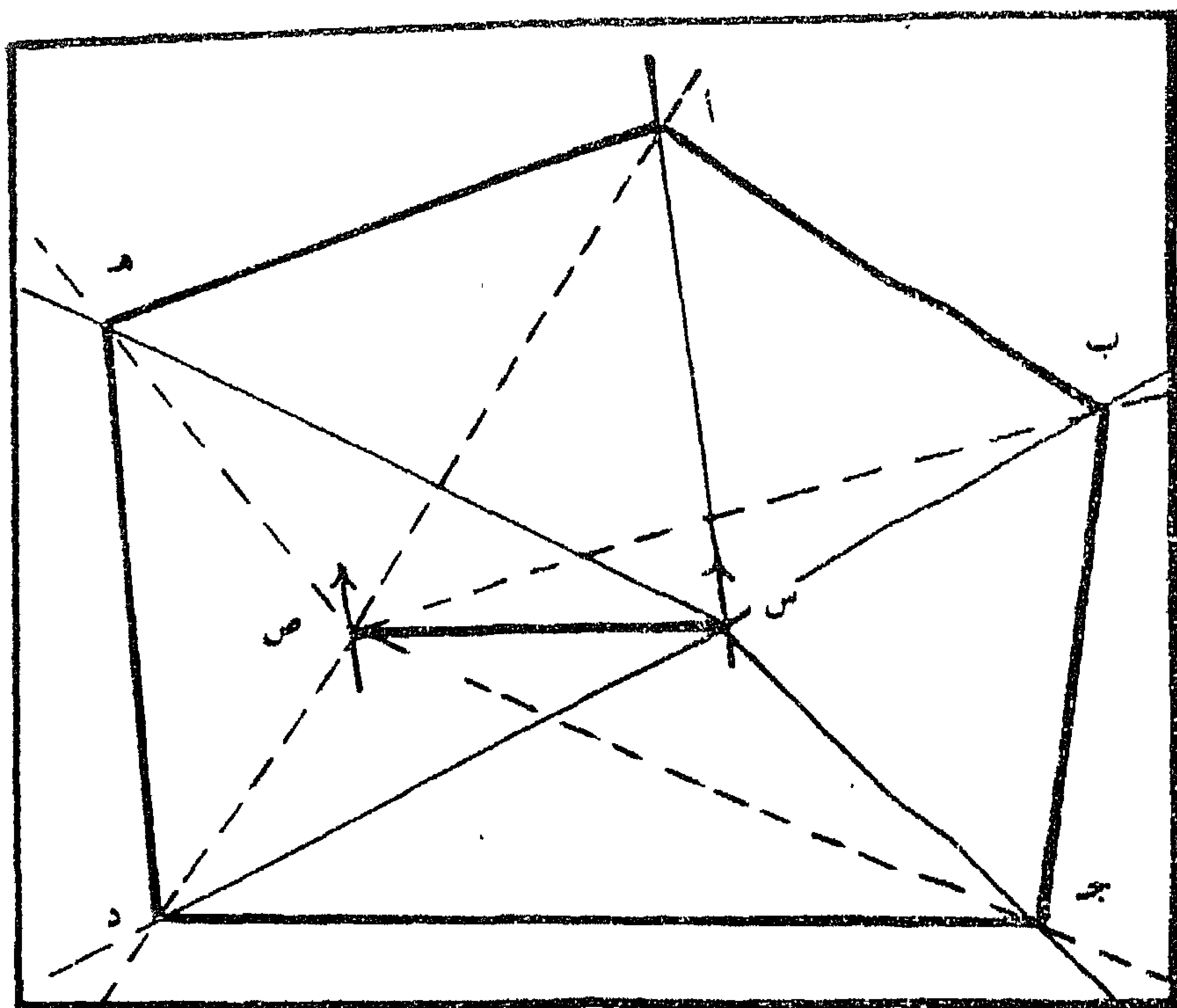
٥ ــ من نقطة س وبداية من إتجاه الشمال المغناطيسي المرسوم عند نقطة س بإستخدام منقلة دائرية توقع زوايا الإنحرافات المقاسة من س إلى نقط رءوس المضلع ٧٠° إلى ب ، ١٤٥° إلى جـ ٢٥٨° إلى د ، ٣٠٠° إلى هـ ، ٣٥٩° إلى أ . ثم ترسم الإتجاهات من نقطة س وهى س أ ، س ب ، س جـ ، س د ، س هـ . ( شكل رقم ١٢٢ ) .

٦ ــ من نقطة ص وبداية من خط إتجاه الشمال المغناطيسي بإستخدام المنقلة الدائرية يتم توقيع زوايا الإنحرافات المقاسة من ص إلى نقط رءوس المضلع ٣٧° إلى أ ، ٨٢° إلى ب ، ١١٥° إلى جـ ٢٢٢° إلى د ، ٣٢٢° إلى هـ ترسم الإتجاهات ص أ ، ص ب ، ص حـ ، ص د ، ص هـ .

٧ ــ تتقاطع الإتجاهات المرسومة من س مع الإتجاهات المناظرة المرسومة من ص عند نقط هى نقط رءوس المضلع أ ، ب ، جـ ، د ، هـ يتم توصيل أضلاع المضلع أ ب ، ب جـ ، حـ د ، د هـ ، هـ أ وبذلك يتم توقيع المضلع بالبوصلة المنشورية بطريقة التقاطع . ( شكل رقم ١٢٣ ) .




( شكل رقم ١٢٢ )
توقيع الأرصاد من نقطة س إلى نقط رءوس المضلع




( شكل رقم ١٢٣ )

توقيع الأرصاد من نقطة ص وتقاطع الإتجاهات

# الفصل الثالث

# الرفع باللوحة المستوية

## ثالثاً : الرفع باللوحة المستوية
## ( الرفع بالبلانشيطة )

يمتاز أسلوب الرفع المساحى بإستخدام اللوحة المستوية عن طرق الرفع المساحى الأخرى بأن عملية الرفع وعملية التوقيع تتمان فى وقت واحد ، دون الحاجة إلى العمل المكتبى المكمل للعمل الحقلى فى عمليات الرفع المساحى الأخرى ، مما يمكن الجغرافى من ملاحظة مدى الدقة فى العمل وهو مازال فى موقع الرفع فى الطبيعة .

كما يعتبر هذا الأسلوب من أيسر وأسرع طرق الرفع المستخدمة لرفع التفاصيل ، مما يوفر الوقت والجهد . كما تستخدم اللوحة المستوية مع طرق الرفع الأخرى كالمساحة بالتيودوليت ، وكذلك فى إنشاء الخرائط الكنتورية للأراضى المضرسة التى لا تناسب إستخدام طرق إيجاد المناسيب عن طريق إجراء الميزانيات .

**أدوات الرفع :** ( شكل رقم ١٢٤ ، شكل رقم ١٢٥ ) :

**١ ــ اللوحة ( البلانشيطة ) :**

تستخدم فى عملية الرفع لوحة من الخشب المصنع بطريقة تقلل من تأثره بالعوامل الجوية والتمدد والإنكماش قدر الإمكان ، وتتميز بإستواء سطحها ، وأبعادها ٦٠ ، ٨٠ سم تقريباً وقاعدتها مزودة بقاعدة ترتبط بحامل اللوحة ثلاثة الأرجل بواسطة قاعدة إتصال تعرف بالركبة .

**٢ ــ الركبة :**

الركبة هى حلقة الوصل بين اللوحة المستوية من الخشب وبين حاملها الثلاثى وهى مثلثة الشكل بإرتفاع نحو ١٥ سم وسطحها مزود بثلاثة مسامير محوية لتثبيت اللوحة الخشب وقاعدتها مزودة بفتحة بقطر $\frac{1}{2}$ ٢ سم لتثبيت الركبة على حامل الجهاز بواسطة مسمار الحامل الثلاثى .

والركبة مزودة بثلاثة مسامير فى وضع مثلث تستخدم فى ضبط نسوية اللوحة وجعلها أفقية تماماً قبل عملية الرصد .

بالإضافة إلى ذلك فإن الركبة مزودة بمسمارين من مسامير الحركة الأفقية الدائرية تسمح بحركة اللوحة حركة أفقية وهى مثبتة فوق حاملها . أحدهما يسمح بحركة اللوحة حركة حرة وبضبطه يمكن تحريك اللوحة حركة بطيئة بواسطة المسمار الثانى حتى يتم ضبط إتجاه اللوحة ضبطاً كاملاً . وتستخدم هذه الحركة الأفقية عند إجراء ما يعرف بعملية التوجيه الأساسى بصفة خاصة .

**٣ ـــ موازين التسوية :**

**يستعان فى ضبط أفقية اللوحة بواسطة مسامير التسوية التى بالركبة بنوعين من موازين التسوية ، لضمان أفقية اللوحة حتى يتحقق الغرض من عملية المساحة التى يتم الرصد فيها على المستوى الأفقى . أحد هذه الموازين دائرى والثانى طولى .**

**أما عن ميزان التسوية الدائرى فيتكون من علبة دائرية ذات غطاء زجاجى بها سائل البنتين وبداخله فقاعة يشغلها بخار السائل ، وعلى الغطاء الزجاجى دائرة فى مركز الميزان . ويكون الجهاز أفقياً عندما تكون الفقاعة داخل حدود الدائرة .**

**أما عن ميزان التسوية الطولى فيتكون من أنبوب زجاجى مثبت على قاعدة معدنية بداخله سائل البنتين وفقاعة بخار السائل ، وسطح الأنبوب الخارجى الظاهر مقسم بعلامات . ويكون الجهاز أفقياً عندما تكون الفقاعة فى موضع يتوسط هذه العلامات .**

**٤ ـــ البوصلة الصندوقية :**

من ضروريات الرفع بإستخدام اللوحة المستوية تحديد إتجاه الشمال المغناطيسى على لوحة الرسم ومن ثم يكون وجود البوصلة ضرورياً لإجراء العمل المساحى . والبوصلة الصندوقية تقوم بالغرض إذ أنها عبارة عن إبرة

مغناطيسية محدودة الحركة داخل صندوق على هيئة متوازى مستطيلات ، توضع فوق اللوحة المستوية ويتم تحريكها حتى تصبح فى وضع يشير إلى إتجاه الشمال المغناطيسى ، فيوقع خط على جانب الصندوق يكون موازياً لإتجاه الإبرة المغناطيسية ليحدد إتجاه الشمال المغناطيسى لموقع اللوحة المستوية .

**٥ ــ شوكة الإسقاط :**

وتستخدم فى رفع النقط من على الطبيعة إلى اللوحة المستوية ، كذلك فى عملية إسقاط النقط من على اللوحة المستوية إلى الطبيعة . وتتكون من شريط معدنى ملوى من جانب ومفتوح من الجانب الآخر بحيث يمكن أن توضع وأحد الطرفين للجانب المفتوح فوق اللوحة والطرف الثانى تحت اللوحة والطرفان متسامتان أحدهما فوق الآخر ويعين الطرف الأعلى موضع النقطة على حين يعلق فى الطرف الأسفل خيط ثقل يتجه إلى موضع النقطة المقابل فى الطبيعة .

**٦ ــ جهاز التوجيه :**

ويعرف بجهاز الأليداد ويعتبر الأداة الرئيسية التى تستخدم فى التوجيه إلى الظواهر والتفاصيل المطلوب رفعها وكذلك رسم الاشعة المتجهة من النقطة موضع اللوحة إلى هذه الظواهر .

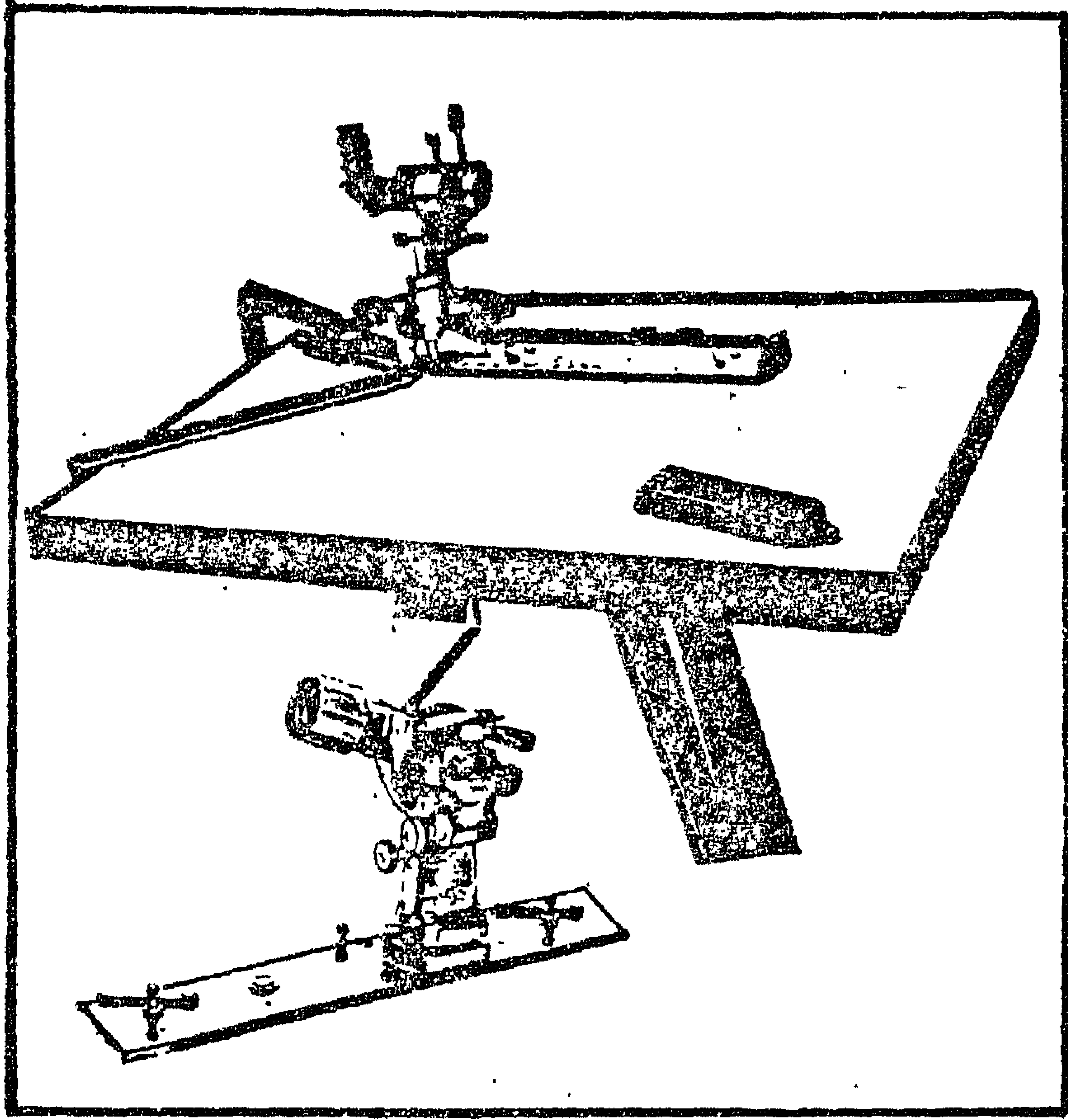
الأليداد عبارة عن حافة معدنية أفقية مستقيمة مثبت عليها مسطرة متوازيات متحركة فى مدى محدود ، يركب عليها حافات مدرجة يختلف تدريجها تبعاً لمقياس الرسم المستعمل .

والحافة مزودة بميزان تسوية دائرى وآخر طولى لضمان أفقيتها ، ومركب فوقها منظار يمكن من الرصد على مسافات طويلة نسبياً بوضوح بحيث يكون خيط النظر داخل المنظار موازياً للحافة المركب عليها .

يتحرك المنظار بحيث يمكن ضبط أفقيته بواسطة مسمارين أحدهما للضبط الأول ، والثانى للضبط الدقيق . والمنظار مزود بتدريج قياس للزوايا الرأسية للرصد على المائل عند الضرورة وإجراء التعديل اللازم لتحويل القياسات إلى قياسات أفقية .

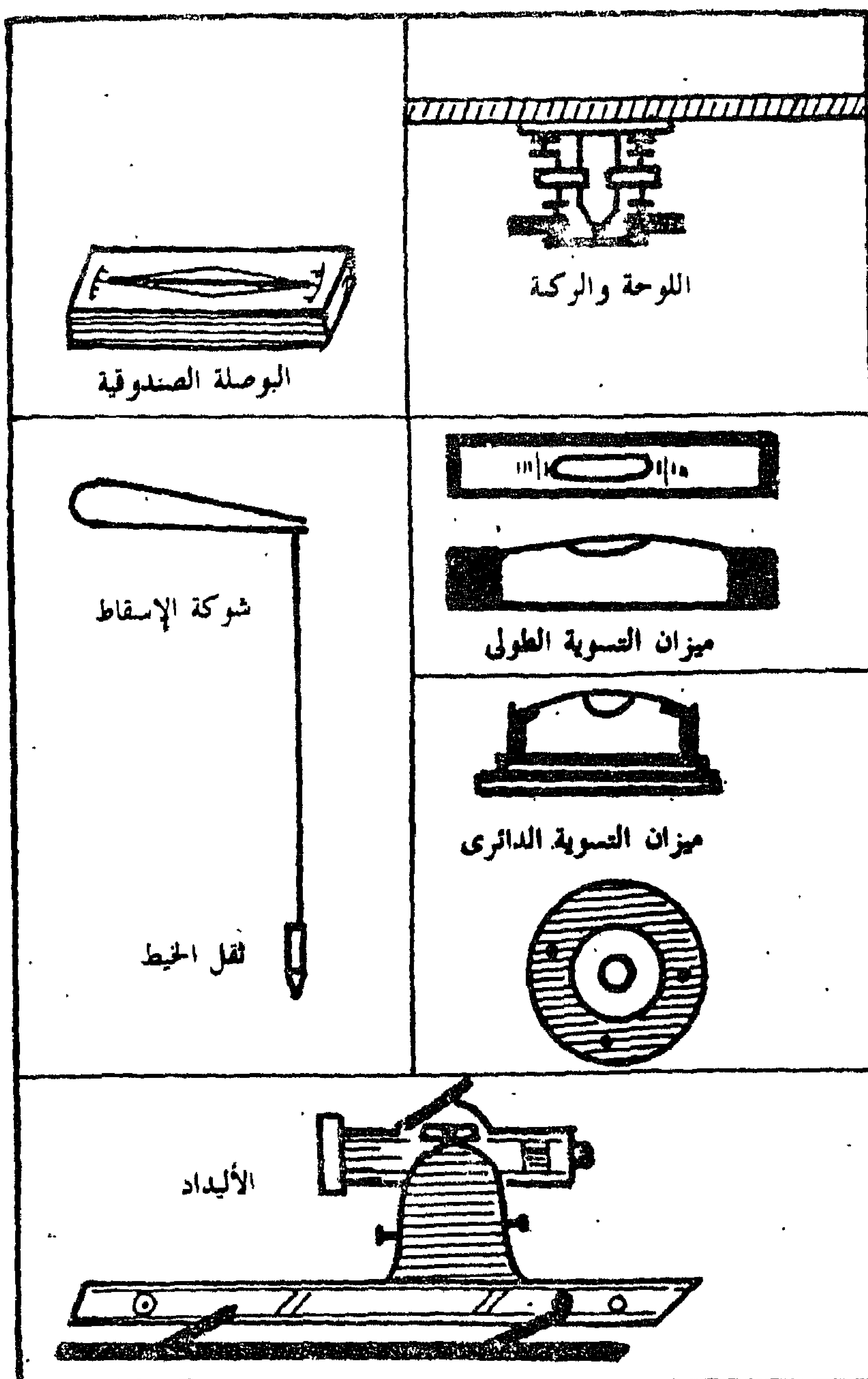
٧ ـ لوحة الرسم :

وهى عبارة عن لوحة من ورق الرسم الجيد التى يتحمل عمل الحقل ويسمح بإجراء التعديل والمسح والكشط وتوضع لوحة الرسم فوق اللوحة المستوية بحيث تنثنى أطرافها من حولها وتثبت بالشرائط اللاصقة .



( شكل رقم ١٢٤ )

أدوات الرفع باللوحة المستوية




( شكل رقم ١٢٥ )

أدوات الرفع باللوحة المستوية

# طرق الرفع المساحى باللوحة المستوية

تبعاً لطبيعة المنطقة المطلوب إنشاء خريطة لها يتم العمل المساحى بإستخدام اللوحة المستوية بإحدى طرق الرفع الآتية :

١ ـــ طريقة التمركز .
٢ ـــ طريقة المضلع .
٣ ـــ طريقة التقاطع .

**أولاً : طريقة التمركز :**

تعتبر هذه الطريقة من أسرع وأيسر طرق الرفع باللوحة المستوية ، وتستخدم لرفع أى منطقة يمكن التمركز بداخلها والتوجيه من موضع التمركز إلى كل الظواهر والتفاصيل المطلوب رفعها دون وجود موانع تعوق التوجيه ، أو عوائق تعوق القياس الطولى المباشر بين نقطة تمركز اللوحة المستوية وبين أى من هذه الظواهر والتفاصيل . وتتلخص طريقة الرفع فى الخطوات الآتية :

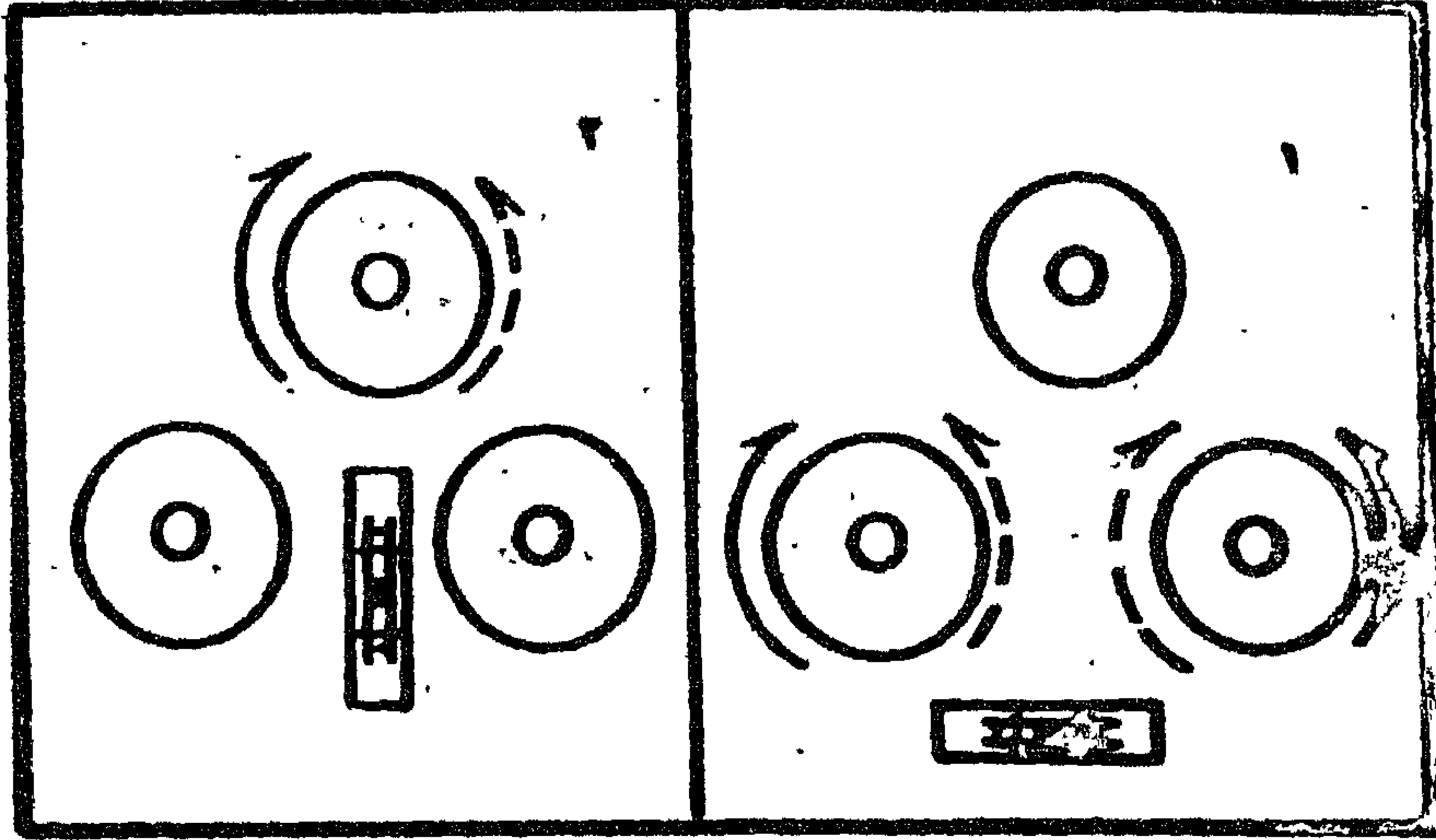
١ ـــ بعد إجراء عملية الإستكشاف ورسم الكروكى التخطيطى للمنطقة المراد رفعها وإختيار مواضع رءوس المضلع وتحديد إمكانية إستخدام اللوحة المستوية وطريقة التمركز ، يتم إختيار نقطة فى موقع متوسط ثم يثبت الحامل الثلاثى فوقها تقريباً فى وضع قريب من الوضع الأفقى .

٢ ـــ يتم تثبيت الركبة فى حامل الجهاز وتثبيت اللوحة الخشب ومن فوقها لوحة الرسم بواسطة مسامير التثبيت الخاصة بذلك .

٣ ـــ يتم ضبط أفقية اللوحة بالإستعانة بمسامير التسوية الثلاثية وأيضاً موازين التسوية الدائرى والطولى على النحو التالى :

أ ـــ يوضع ميزان التسوية الطولى فوق اللوحة موازياً لمسمارين من مسامير التسوية ويحرك المسمارين فى وقت واحد للداخل معاً ، أو للخارج معاً لتوزيع الفرق بين إرتفاع المسمارين حتى تتحرك الفقاعة التى بداخل ميزان التسوية إلى منتصف مجراها المحدد بالعلامات على السطح الزجاجى .

ب — يعدل وضع الميزان التسوية الطولى إلى وضع متعامد على الوضع الأول ويحرك مسمار التسوية الثالث فى الإتجاه الذى تتحاوب معه الفقاعة لتتحرك إلى منتصف مجراها . بذلك يتم ضبط أفقية اللوحة وتصبح معدة للعمل . ( شكل رقم ١٢٦ ) .




( شكل رقم ٢٢٦ )
طريقة ضبط أفقية اللوحة المستوية

٤ — باستخدام مسمارى الحركة الأفقية الدائرية للوحة المستوية يتم توجيه اللوحة بحيث تقع جميع الظواهر والتفاصيل داخل حدود لوحة الرسم .

٥ — يتم رفع النقطة التى تتمركز فوقها اللوحة إلى اللوحة المستوية بواسطة شوكة الإسقاط ، إذ توضع واللوحة الخشب بين طرفيها وتحرك حتى يصبح ثقل الشاغول فوقها تماماً ، وتوقع النقطة التى يشير إليها طرف شوكة الإسقاط فوق اللوحة وهذه النقطة تكون مسامته تماماً للنقطة التى فى الطبيعة .

٦ — توضع البوصلة الصندوقية فوق اللوحة وتحرك حتى تشير الإبرة المغناطيسية إلى إتجاه الشمال تماماً ويرسم خط موازى لصندوق الإبرة ليدل على إتجاه الشمال المغناطيسى .

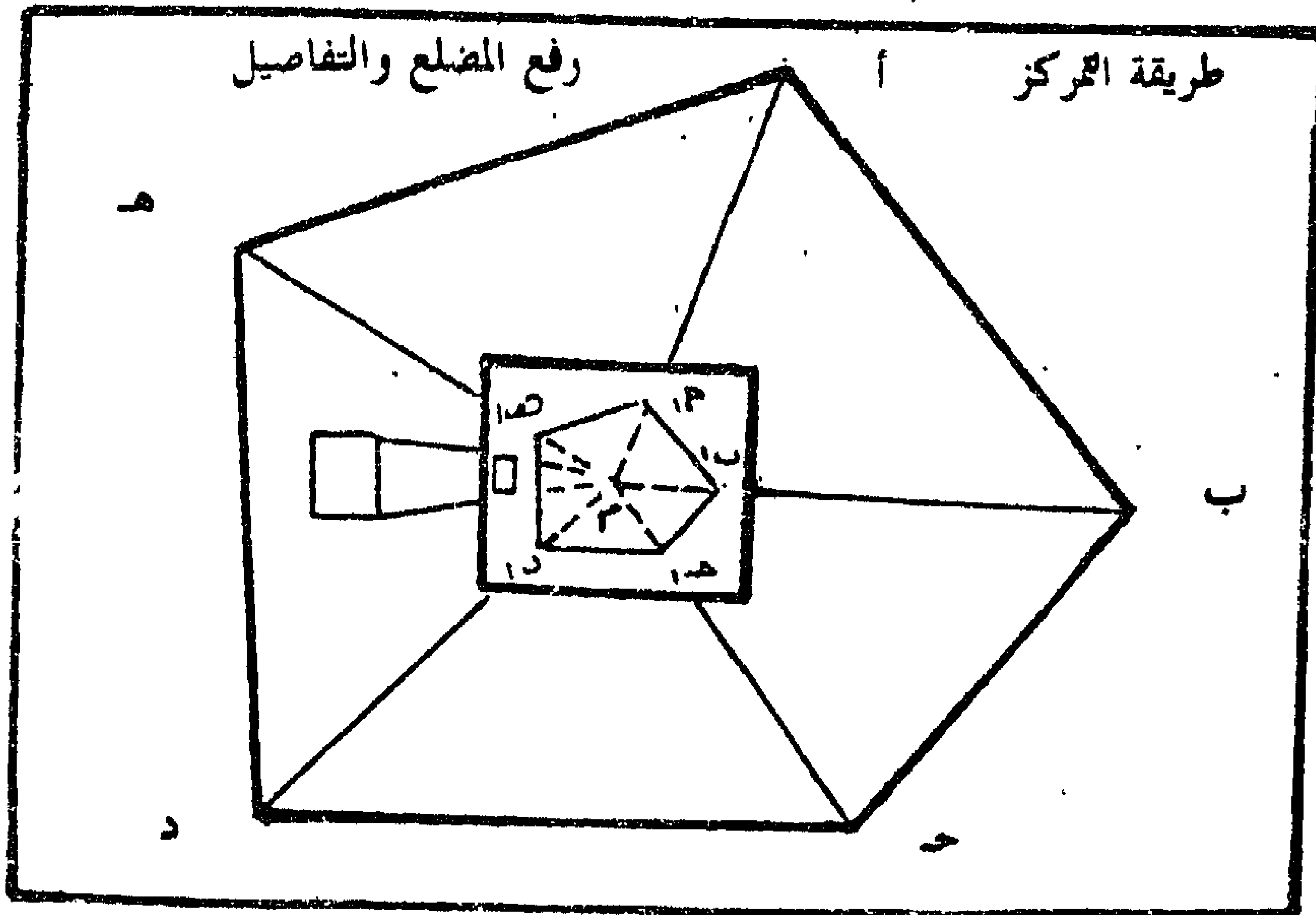
٧ ـــ يوضع جهار التوجيه الأليداد فوق اللوحة وتضبط أفقية الحافة وأفقية منظار التوجيه بالإستعانة بالمسامير وموازين التسوية المعدة لذلك .

٨ ـــ يتم رفع التفاصيل بتوجيه الأليداد إلى أول نقطة مطلوب رفعها حتى يتم رصدها بحيث تكون حافة الجهاز ملامسة للنقطة المركزية التى سبق رفعها من الطبيعة وتوقيعها أو قريبة جداً منها ويرسم شعاع من النقطة إلى الهدف .

٩ ـــ يتم قياس الخط من نقطة تمركز اللوحة إلى نقطة الظاهرة التى تم التوجيه إليها قياساً مباشراً بأدوات قياس الأطوال مع تطبيق كل قواعد القياس للوصول إلى الطول الأفقى بينهما ، ثم يوقع هذا الطول على الشعاع فوق اللوحة المستوية . بذلك يكون قد تم رفع أول نقطة لأول ظاهرة وتوقيعها مباشرة على اللوحة المستوية .

١٠ـــ تكرر خطوات الرفع لكل نقط رءوس المضلع ولكل الظواهر الجغرافية والتفاصيل المطلوب نقلها إلى الخريطة حتى يتم رفع المنطقة بالكامل ( شكل رقم ١٢٧ ) .

١١ـــ تراجع الظواهر التى تم رسمها مع نظائرها على الطبيعة ويسجل على اللوحة مقياس الرسم البيانى والخطى وعنوانها ودليل الرموز المستخدمة .




( شكل رقم ١٢٧ )

الرفع باللوحة المستوية بطريقة التمركز

## ثانياً : طريقة المضلع :

تستخدم طريقة المضلع هذه فى حالة تعذر إستخدام طريقة التمركز أو عندما تكون مساحة المنطقة وظواهرها لا تمكن من نقلها جميعاً من نقطة واحدة . ويشترط لإستخدام هذه الطريقة إمكانية التمركز عند كل نقطة من نقط المضلع وقياس أطوال المضلع قياساً مباشراً ، كذلك إمكانية التوجيه من كل نقطة إلى النقطة السابقة لها وإلى النقطة التالية لها من نقط رءوس المضلع . وتتلخص طريقة الرفع والتوقيع فى الخطوات الآتيه

١ ـــ بعد عملية الإستكشاف ورسم تخطيط تقريبي للمنطقة وتحديد نقط رءوس المضلع يتم قياس أطوال أضلاعه قياساً دقيقاً بأدوات قياس الأطوال والحصول على الأطوال الأفقية .

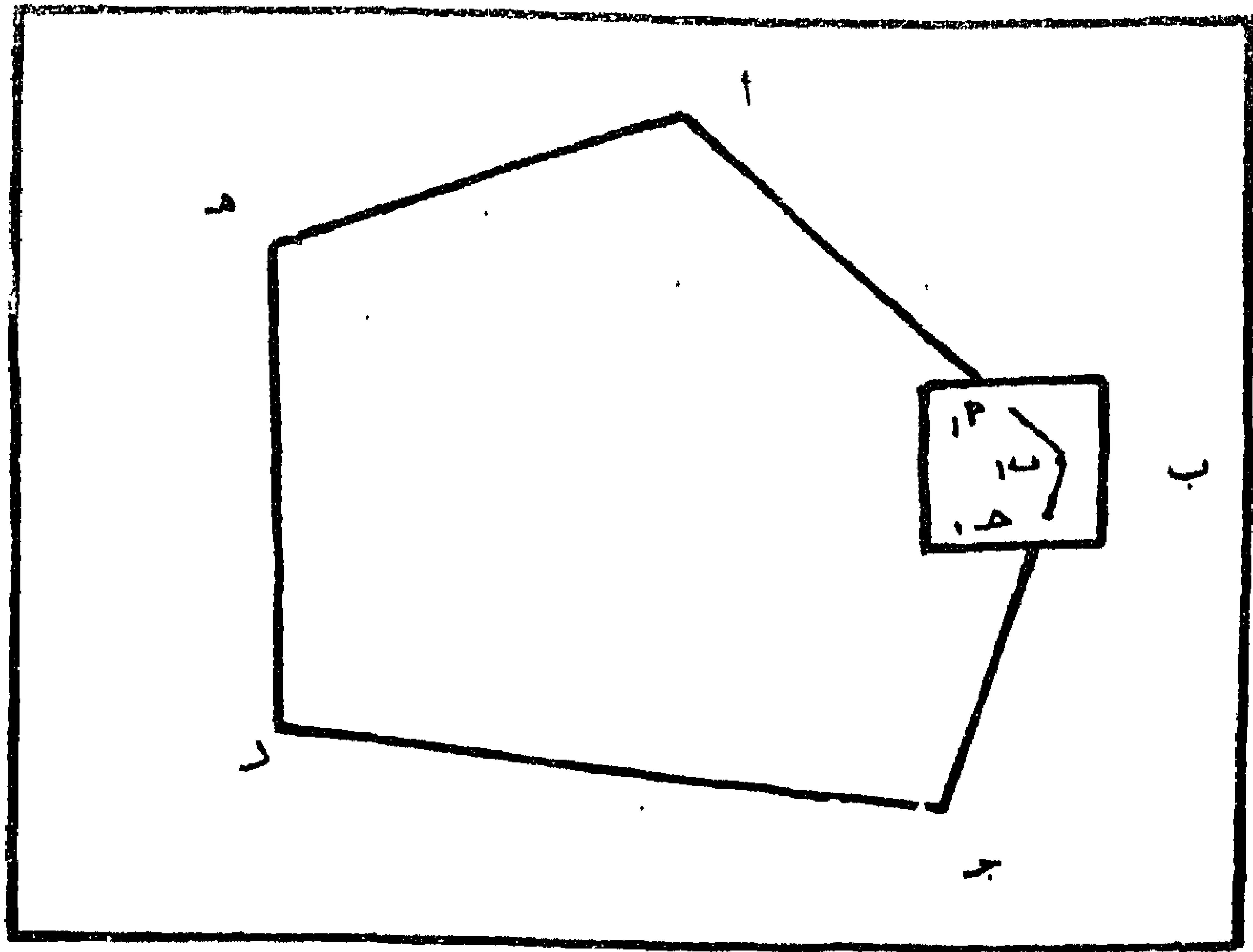
٢ ـــ يتم إختيار إحدى نقط رءوس المضلع ولتكن ب والتمركز فوقها باللوحة المستوية وإجراء عمليات ضبط الأفقية وتحديد إتجاه الشمال ورفع النقطة من الطبيعة إلى اللوحة عند ب١ .

٣ ـــ يتم توجيه الأليداد إلى النقطة أ السابقة لنقطة التمركز ورسم الشعاع المتجه إليها وتوقيع طول خط المضلع وفقاً لمقياس الرسم المختار فيتم رفع الضلع أ ب .

٤ ـــ يتم توجيه الأليداد إلى النقطة جـ التالية ورسم الشعاع وتحديد طول ب جـ تبعاً لمقياس الرسم وتوقيع النقطة جـ وبذلك يتم رفع الخط ب جـ .

٥ ـــ يتم رفع أى تفاصيل أو ظواهر على جانبى الخط أ ب والخط ب جـ عن طريق رمس آشعة لها وتحديد الأطوال وتوقيعها تبعاً لمقياس الرسم . ( شكل رقم ١٢٨ ) .

٦ ـــ تنقل اللوحة من الموضع ب إلى الموضع التالى عند جـ أو عند أ ويتم التمركز فوق النقطة الجديدة بحيث تكون النقطة الموقعة على اللوحة ولتكن جـ١ مسامته تماماً لنظيرتها جـ فى الطبيعة بإستخدام شوكة الإسقاط مع مراعاة كافة شروط الرفع باللوحة المستوية .

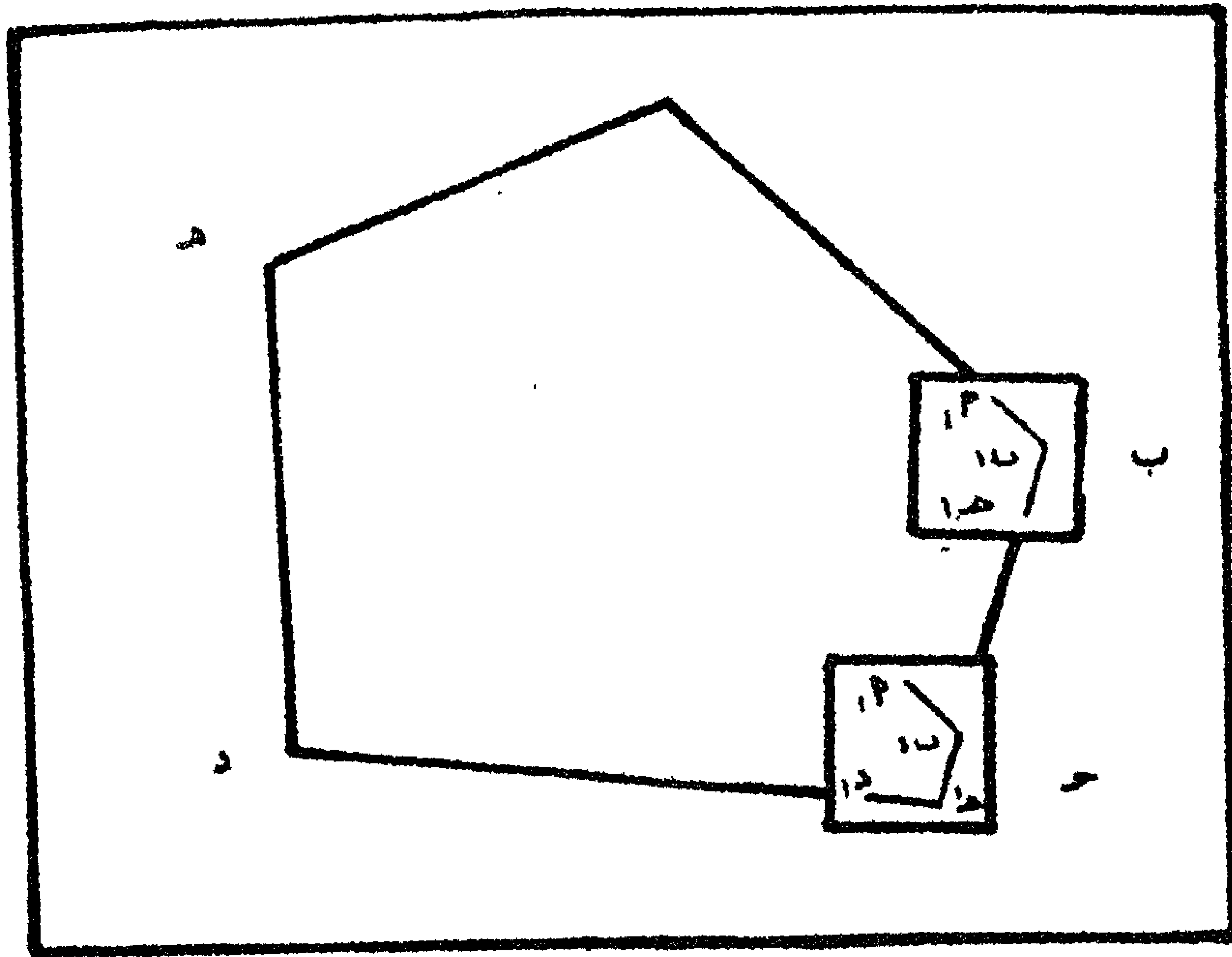



( شكل رقم ١٢٨ )
رفع نقطة من نقط رءوس المضلع

ثم تجرى عملية مطابقة لضلع المضلع المرسوم على اللوحة جـ١ ب١ على نظيره فى الطبيعة جـ ب بحيث يكون على إمتداده وموازياً له وتعرف هذه الخطوة بالتوجيه الأساسى .

**ــ التوجيه الأساسى :**

يتم إجراء علمية التوجيه الأساسى بالإستعانة بإمكانيات اللوحه المستوية وذلك بعد وضع اللوحة فوق نقطة جـ بحيث تكون نقطة جـ١ مسامته لها ثم يوضع جهاز الأليداد وحافته منطبقة على الضلع جـ١ ب١ المرسوم على اللوحة . بإستخدام مسمار الحركة الأفقية الدائرية يتم تحريك اللوحة وعليها الأليداد والتوجيه حتى يتم رصد الشاخص المثبت عند النقطة ب وبذلك يكون الخط جـ١ ب١ على اللوحة منطبقاً على جزء من الخط جـ ب على صيعه ( شكل رقم ١٢٩ )




**( شكل رقم ١٢٩ )**

**عملية التوجيه الأساسى**

٧ ـــ بعد إتمام عملية التوجيه الأساسى يوجه الأليداد والحافة ملامسة أو بالقرب من النقطة جـ١ إلى النقطة التالية من نقط رءوس المضلع وهى النقطة د ويرسم الشعاع المطابق للخط جـ د وتوقع النقطة د١ تبعاً لطول الخط جـ د بمقياس رسم اللوحة .

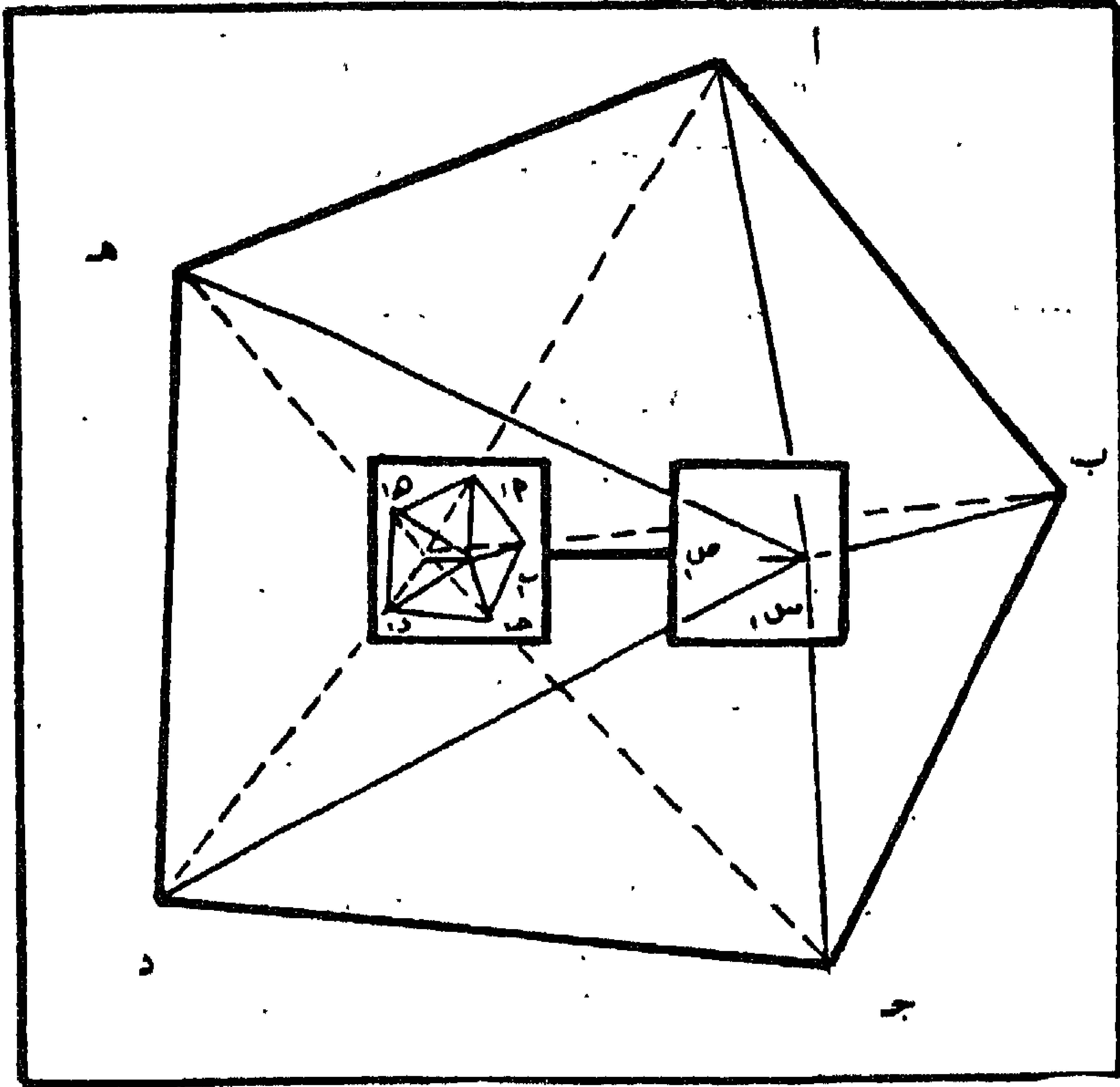
٨ ـــ يتم الإنتقال باللوحة وقد تم رفع وتوقيع الخطوط أ ب ، ب جـ ، جـ د وما حولهما من تفاصيل إلى النقطة التالية د ويتم التمركز فوق د وضبط أفقية اللوحة والأليداد بحيث تكون النقطة د١ مسامته لنظيرتها على الطبيعة د بالإستعانة بشوكة الإسقاط .

٩ ـــ تجرى عملية التوجيه الأساسى للوحة بحيث ينطبق الخط د١ جـ١ على نظيره د جـ فى الطبيعة ثم ترفع النقطة هـ بنفس الطريقة :

١٠ ـــ يكرر العمل بالنسبة لكل نقطة من نقط رءوس المضلع حتى يتم رفع المنطقة بكاملها بطريقة المضلع بإستخدام اللوحة المستوية .

**ثالثاً : طريقة التقاطع :**

تستخدم طريقة التقاطع فى حالة إمكانية التمركز داخل المضلع الذى يحيط بالمنطقة المطلوب رسم خريطة لها فى موضعين على إمتداد خط يعرف بخط القاعدة ، بحيث يمكن أن يقاس طول هذا الخط قياساً مباشراً ودقيقاً حيث أنه الخط الوحيد الذى سيتم قياسه فى عملية الرفع بطريقة التقاطع . بالإضافة إلى إمكانية التوجيه إلى جميع نقط رءوس المضلع والظواهر المطلوب رفعها من نهايتى خط القاعدة . ( شكل رقم ١٣٠ ) .




( شكل رقم ١٣٠ )
الرفع باللوحة المستوية بطريقة التقاطع

تتلخص عملية الرفع والتوقيع فى الخطوات الآتية :

١ ـــ بعد إجراء عملية الإستكشاف والرسم التخطيطى للمنطقة وإختيار وتثبيت نقط رءوس المضلع وإختيار موقع خط القاعدة المناسب س ص ، يتم قياس طول س ص قياساً مباشراً ودقيقاً .

٢ ـــ يتم التمركز فوق نقطة س إحدى نقط طرفى خط القاعدة س ص وبعد إعداد اللوحة للرفع كضبط الأفقية ورسم إتجاه الشمال ، يتم رفع النقطة س من على الطبيعة إلى اللوحة بواسطة شوكة الإسقاط فى النقطة س١ .

٣ ـــ بإستخدام جهاز التوجيه الأليداد بعد ضبط أفقيته يتم التوجيه إلى الشاخص عند ص ورسم الشعاع من س١ إلى ص ، ويتم تحديد طول الخط س١ ص١ تبعاً للطول المقاس من الطبيعة ووفقاً لمقياس الرسم .

٤ ـــ من النقطة س١ على اللوحة المستوية يتم التوجيه بالأليداد إلى جميع نقط رءوس المضلع وجميع الظواهر والتفاصيل وترسم اشعة إلى كل هذه الظواهر ويكتب على كل شعاع إسم الظاهرة التى يتجه إليها .

٥ ـــ يتم الإنتقال باللوحة المستوية إلى النقطة ص ويتم التمركز فوق النقطة ص بحيث تكون النقطة ص١ على اللوحة مسامته تماماً على النقطة ص فى الطبيعة بإستخدام شوكة الإسقاط .

٦ ـــ تجرى عملية التوجيه الأساسى بحيث ينطبق الخط ص١ س١ على نظيره فى الطبيعة ص س ويوازيه .

٧ ـــ بعد إتمام عملية التوجيه الأساسى يتم توجيه اشعة من نقطة ص١ على اللوحة إلى جميع النقط السابق توجيه ورسم الاشعة إليها من النقطة س١ يتقاطع كل شعاعين يتجهان لنقطة واحدة فى نقطة هى موقعها على الخريطة .

٨ ـــ بتقاطع الاشعة يتم رفع نقط المضلع ومواقع الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية فى المنطقة التى يتم رفعها ورسم خريطة تفصيلية لها .

# الفصل الرابع

# المساحة بالتيودوليت

# رابعاً : المساحة بالتيودوليت

يقصد بالمساحة بالتيودوليت: المساحة التى تعتمد على قياس الزوايا بين
ضلاع ، وتستخدم فى العمليات المساحية الخاصة برفع الشبكات المثلثية
جاتها المختلفة وكذلك فى رفع المضلعات المقفلة والمفتوحة للمناطق المطلوب
ها .

ويعتبر جهاز التيودوليت من أدق الأجهزة المستخدمة فى قياس الزوايا
فقية والزوايا الرأسية ، ويستخدم جهاز التيودوليت فى إجراء العمليات
ساحية التى تتطلب دقة كبيرة ويعتمد على نتائجها عند إجراء العمليات
ساحية الأخرى بأنوعها المختلفة .

وتختلف دقة قياس الزوايا تبعاً لنوع الجهاز المستخدم وتبعاً للغرض من
لية قياس الزوايا ، فقد تصل دقة القياس إلى جزء من الثانية كما هى الحال فى
ميات الرفع الجيوديسى والمضلعات التى تغطى مساحات كبيرة من سطح
رض ، وقد تقل الدقة إلى عدة ثوان أو دقيقة كاملة . وتتوقف دقة الرصد
ياس الزوايا على العوامل الآتية :

- دقة الجهاز وهى أصغر قراءة زاوية يمكن قراءتها مباشرة من جهاز التيودوليت .
- دقة شخصية وتتوقف على مدى مهارة الراصد فى رصد الزوايا وأجزاء وحدات القياس الزاوى التى يتم رصدها تبعاً لتقدير الراصد .
- دقة حسابية وتتوقف على نوع العمليات الحسابية التى تستخدم لمعالجة القياسات الزاوية التى تتم بإستخدام جهاز التيودوليت .

وتتعدد أنواع أجهزة التيودوليت تبعاً لتقدم فى الصناعة وتبعاً لتطور الإهتمام
قة العمل المساحى ، فقد تطورت الأجهزة البصرية بحيث تمكن من رصد
أهداف المساحية على مسافات طويلة بقوة تكبير تسمح برصد واضح
مقروء . كما تطورت أساليب قراءة الزوايا المرصودة من على دوائر القياس
يث أصبح من الممكن زيادة عدد أقسامها ، وبالتالى زيادة دقة الزوايا إلى جزء
الثانية الواحدة وذلك عن طريق قراءة آلية مباشرة من خلال منظار خاص

بدلاً من القراءة بمساعدة الورنيات مما يزيد من دقة القراءة وسهولة إستخدام الجهاز مع دقته العالية . ( شكل رقم ١٣١ ) . ( **شكل رقم ١٣٢**

**جهاز التيودوليت : ( شكل رقم ١٣٣ — أ ، ب )**

— ويتركب جهاز التيودوليت فى أبسط صورة من قاعدة مثلثة مزودة بثلاثة من مسامير التسوية لضبط الأفقية ومنظار خاص لإجراء عملية التسامت بصرياً وبذلك يتم الإستغناء عن خيط الثقل .

— ويعلو قاعدة الجهاز دائرة القياس الأفقى وتتكون من قرص زجاجى مقسم إلى عدد كبير من الأقسام الدقيقة . ويتحرك جسم الجهاز حركة أفقية دائرية فوق قرص القياس لتسجيل الزوايا بين الأضلاع المقاسة من مركز الجهاز . وتتم قراءة الزوايا من خلال عدد من الأجهزة العاكسة تعكس القراءة إلى منظار خاص ، بالإضافة إلى فتحة مزودة بمرآة عاكسة لتسمح بدخول قدر من الضوء إلى داخل الجهاز يجعل القراءة واضحة ومقروءة .

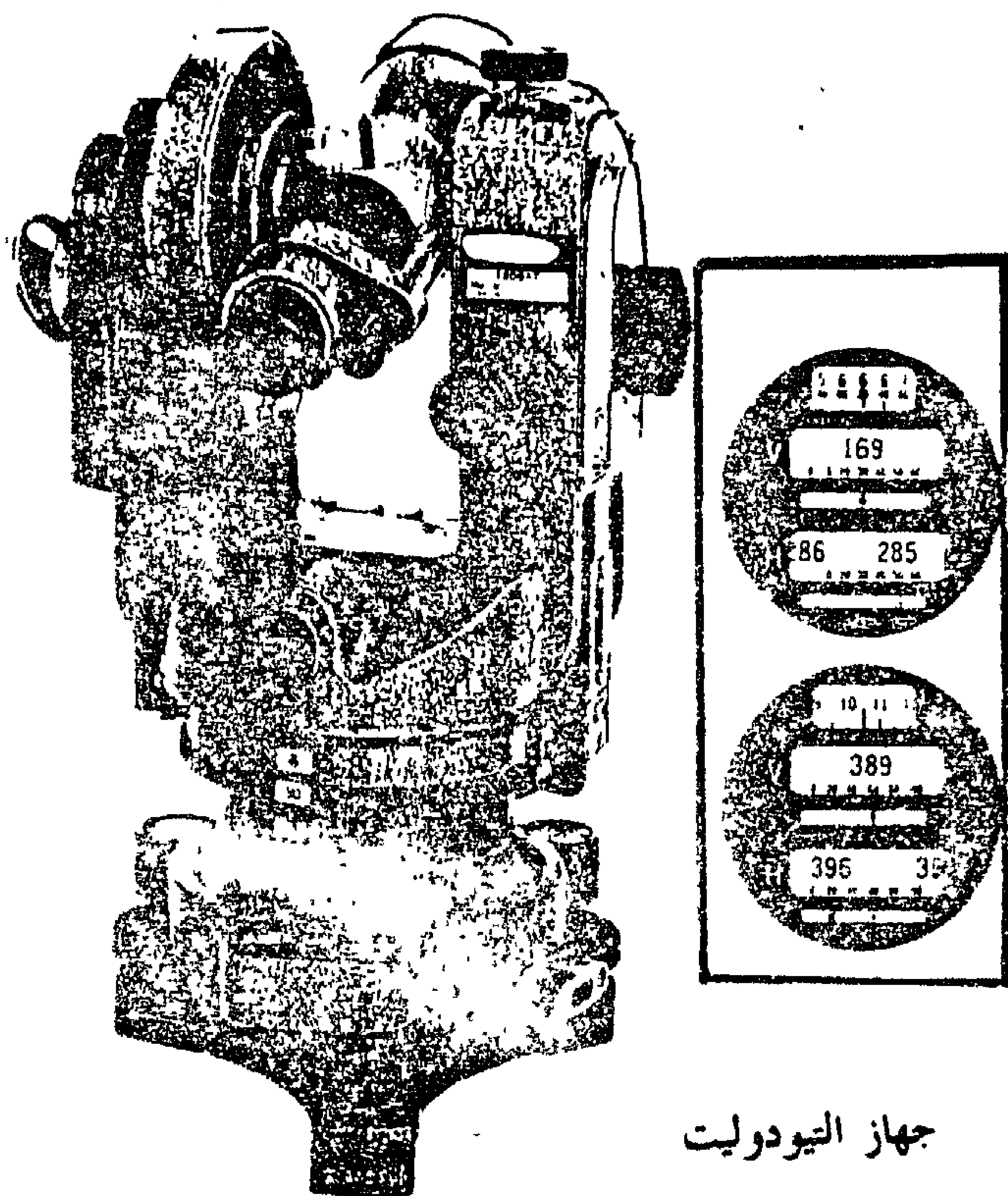
— ويقع منظار الرصد على خط المحور الرأسى للجهاز ، والمنظار مزود بعدسة عينية أمام عين الراصد وأخرى شيئية فى إتجاه الأهداف المساحية . بالإضافة إلى حامل للشعرات يمكن من تحديد مواقع الرصد بدقة متناهية وعدد آخر من العدسات تمكن من وضوح الصورة ، كذلك زيادة مجال الرؤية للمنظار وزيادة قوة التكبير .

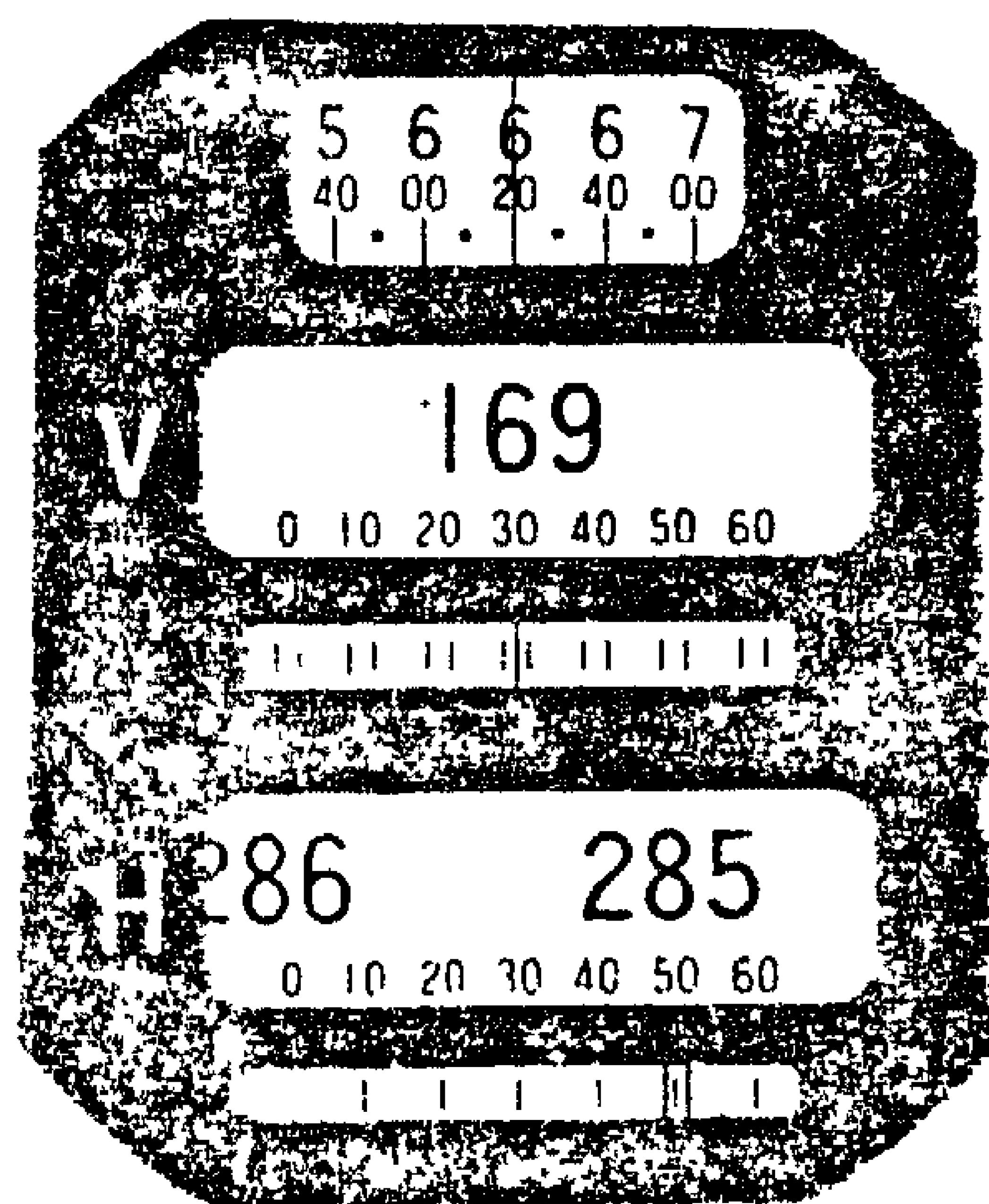
— يتحرك المنظار أفقياً مع حركة الجهاز فوق قرص التدريج الأفقى ، كما يتحرك المنظار حركة محورية رأسية لإجراء القياسات من الوضع المتيامن ومن الوضع المتياسر .

— بالجهاز قرص تدريج رأسى مجاور للمنظار لقياس الزوايا الرأسية ، أى زوايا الإرتفاع والإنخفاض . وتتم قراءة الزوايا الرأسية من نفس منظار قراءة الزوايا الأفقية بعد تحويل القراءة داخل الجهاز من أفقية إلى رأسية بواسطة مسمار خاص .

— قاعدة الجهاز والجهاز والمنظار جميعها مزودة بعدد من موازين التسوية الدائرية والطولية تستخدم لضبط تسوية ( أفقية ) الجهاز ضبطاً دقيقاً وكاملاً .

- حركة الجهاز الأفقية وحركة المنظار الرأسية تتم من خلال إستخدام عدد من مسامير الحركة السريعة للتوجيه الأولى ، والحركة البطيئة للتوجيه الدقيق .
- الجهاز مزود بمسمار يعمل على تحريك قرص التدريج للحصول على قراءة معينة لضبط الجهاز قبل إجراء عملية الرصد .
- يركب الجهاز فوق حامل ثلاثى الشعب يتميز بالأرجل المنزلقة للتحكم فى الإرتفاع المناسب للجهاز عند إستخدامه فى قياس الزوايا .
- للجهاز علبة من المعدن أو البلاستيك المقوى للحفاظ عليه من الصدمات حتى يكون بحالة جيدة تماماً لضمان دقة الرصد به وقياس الزوايا .

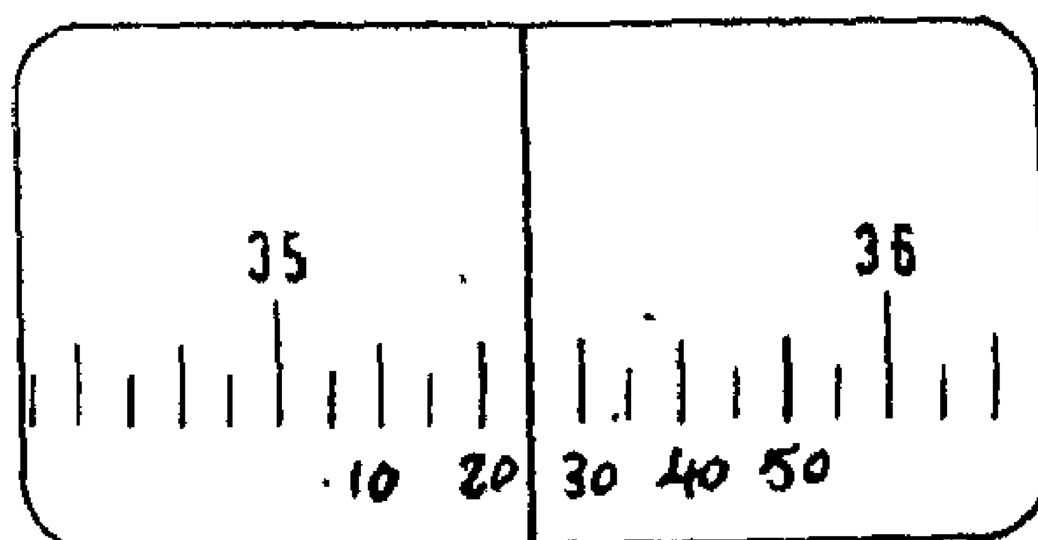


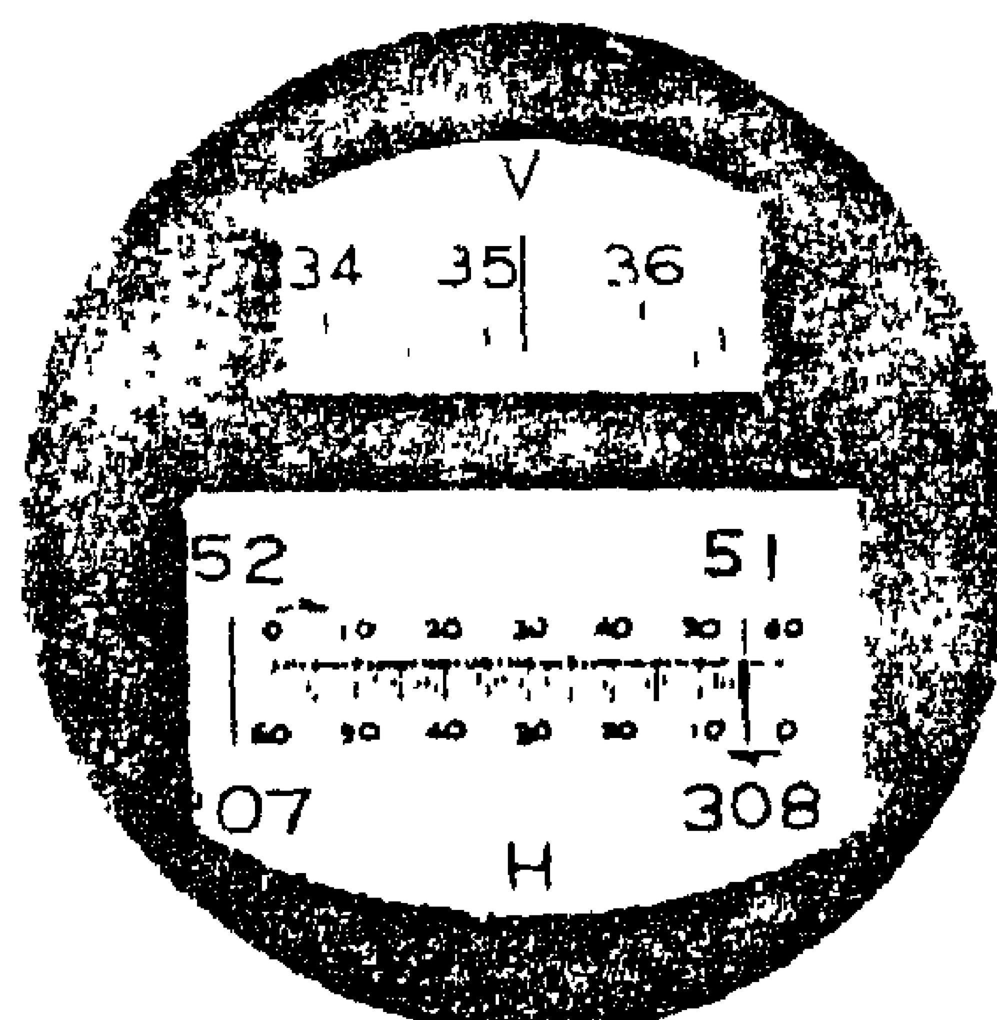




قراءة الزوايا

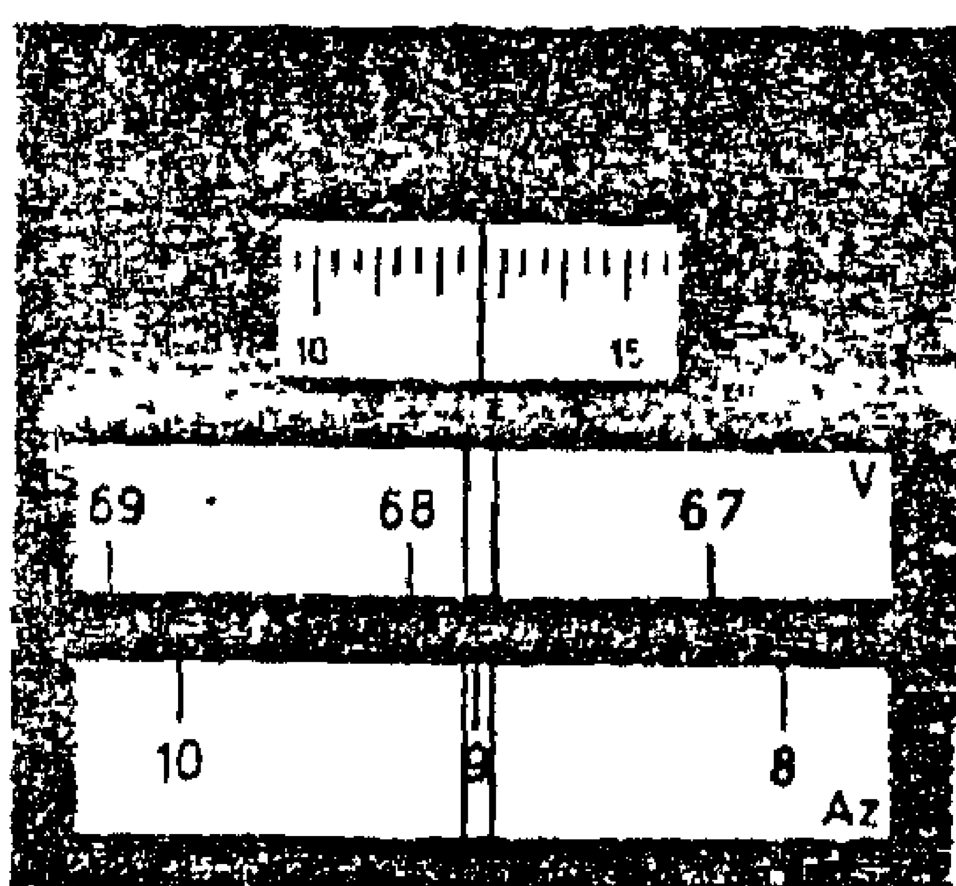
( شكل رقم ١٣١ )

جهاز التيودوليت وشاشة قراءة الزوايا

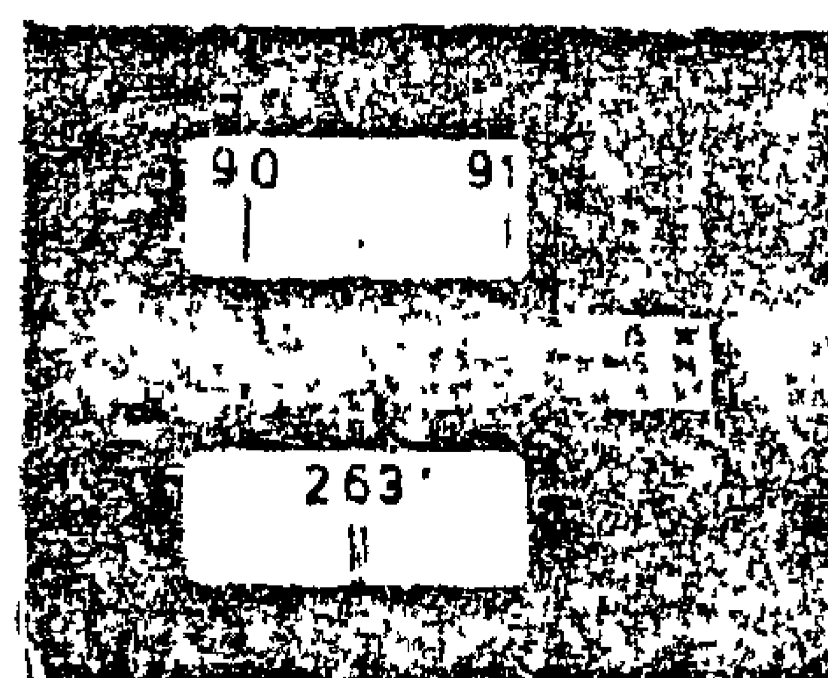



الزاوية الأفقية : ٤٠" ٠٤' ٣٠٨°
الزاوية الرأسية : ٠٠" ٢٥' ٣٥°

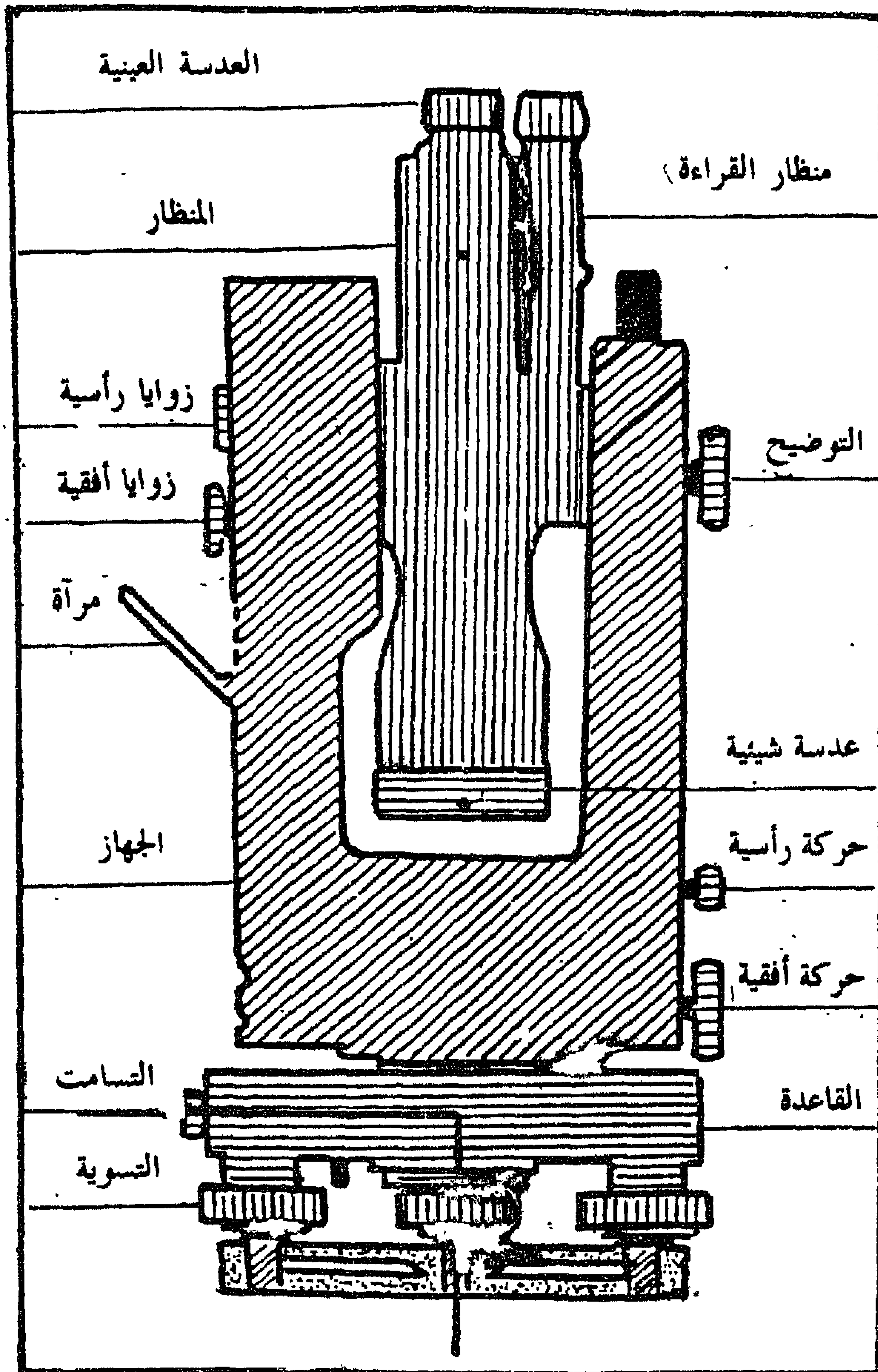



الزاوية الأفقية : ٤٠" ١٢' ٠٩°

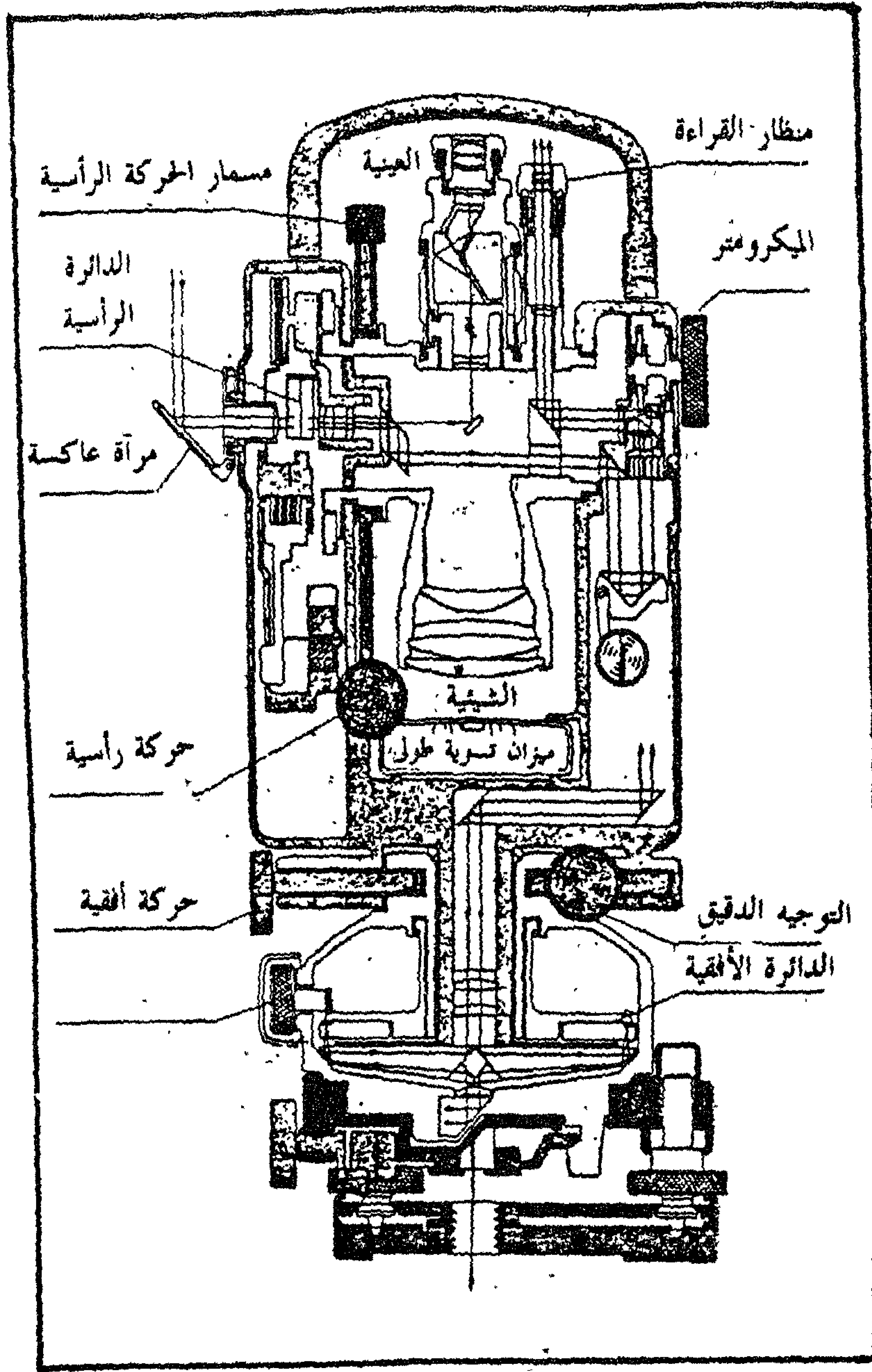



الزاوية الأفقية : ٢٤" ١٥' ٢٦٣°

( شكل رقم ١٣٢ )
نماذج لشاشة قراءة الزوايا الأفقية والرأسية




( شكل رقم ۱۳۳ ــ أ )
تركيب جهاز التيودوليت




( شكل رقم ٢٣٣ ـ ب )

تركيب جهاز التيودوليت

## قياس الزوايا بالتيودوليت :

لقياس الزوايا الأفقية بجهاز التيودوليت تتبع الخطوات الآتية :

أ ـــ يتم التمركز بالجهاز فوق النقطة التى هى رأس الزاوية المطلوب قياسها مع جعل الحامل شبه أفقى ، ثم تجرى عملية ضبط أفقية جهاز التيودوليت بواسطة مسامير التسوية التى بقاعدة الجهاز .

ب ـــ يتم إجراء التسامت بحيث يكون مركز الجهاز عمودياً تماماً أى مسامتاً لنقطة رأس الزاوية .

جـ ـــ يتم ضبط أفقية المنظار مع جعله فى الوضع المتيامن بأن يكون قرص الزوايا الرأسية إلى يمين قصبة المنظار .

د ـــ يسمح بحركة الجهاز حركة أفقية سريعة بإستخدام المسمار الخاص بذلك والتوجيه على الشاخص الذى يحدد نهاية ضلع الزاوية الأيسر بحيث تقطعه الشعرة الرأسية الوسطى على حامل الشعرات وذلك بالإستعانة بمسمار الحركة البطيئة الذى يساعد فى التوجيه الدقيق .

هـ ـــ من خلال منظار قراءة الزوايا الأفقية وبإستخدام مسمار ضبط القراءات تضبط قراءة القرص الأفقى على قراءة الصفر .

و ـــ يسمح بحركة الجهاز حركة أفقية سريعة ويتم توجيه المنظار نحو الشاخص المثبت عند نهاية ضلع الزاوية الأيمن بحيث يتم رصده داخل المنظار ، وبإستخدام مسمار الحركة البطيئة يتم الضبط الدقيق للتوجيه بحيث تقطع الشعرة الرأسية لحامل الشعرات الشاخص من منتصفه .

ز ـــ يتم قراءة الزاوية الأفقية من خلال منظار قراءة الزوايا ، وبذلك يتم قياس الزاوية بين الضلعين والتى رأسها فى موقع الجهاز والتيودوليت فى الوضع المتيامن .

حـ ـــ يسمح بحركة المنظار حركة رأسية ويقلب وضعه بحيث تصبح الشيئية أمام الراصد محل العينية مع الحفاظ على أفقية المنظار .

ط ـــ يسمح بحركة الجهاز حركة أفقية فى إتجاه حركة عقارب الساعة حتى يتم رصد نفس الهدف السابق رصده عند نهاية الضلع الأيمن للزاوية .

تسجل القراءة ثم يعاد التوجيه إلى الهدف الأول فى إتجاه ضد حركة

عقارب الساعة وبذلك يتم قياس نفس الزاوية والتيودوليت فى الوضع المتياسر .

ى ــ يتم حساب المتوسط فتكون القيمة الناتجة هى الزاوية المطلوب قياسها .

نتيجة لإحتمالات الخطأ فى التوجيه أو القراءة يعاد قياس الزاوية عدة مرات على أن تكون بداية القياس مختلفة فى كل مرة أى مرة من صفر والثانية من ٤٥° والثالثة من ٩٠°. وهكذا وهو ما يعرف بالرصد على أقواس وتكون الزاوية المطلوبة هى متوسط جميع الزوايا المقاسة فى الوضعين المتيامن والمتياسر .

ــ من الملاحظ أن قيمة الزاوية المقاسة على القوس صفر = ٣٠″ ٢٧′ ٦٦°
على حين أن قيمة الزاوية المقاسة على القوس ٩٠° = ٢٠″ ٢٧′ ٦٦°
أى أن هناك فرقاً بين القيمتين لنفس الزاوية قدره عشر ثوان .
ومن ثم تكون الزاوية المطلوبة هى متوسط القيمتين= ٢٥″ ٢٧′ ٦٦°

ــ وكلما زاد عدد أقواس القياس كلما زادت دقة الزاوية المقاسة بهذه الطريقة وتعرف هذه الطريقة بطريقة قياس الزوايا الفردية وهناك طرقاً أخرى منها طريقة القياس بالإتجاهات وطريقة القياس بالتكرار وغيرها ، تهدف جميعاً إلى قياس الزوايا بأعلى دقة ممكنة .

## ــ رفع المضلعات بواسطة التيودوليت :

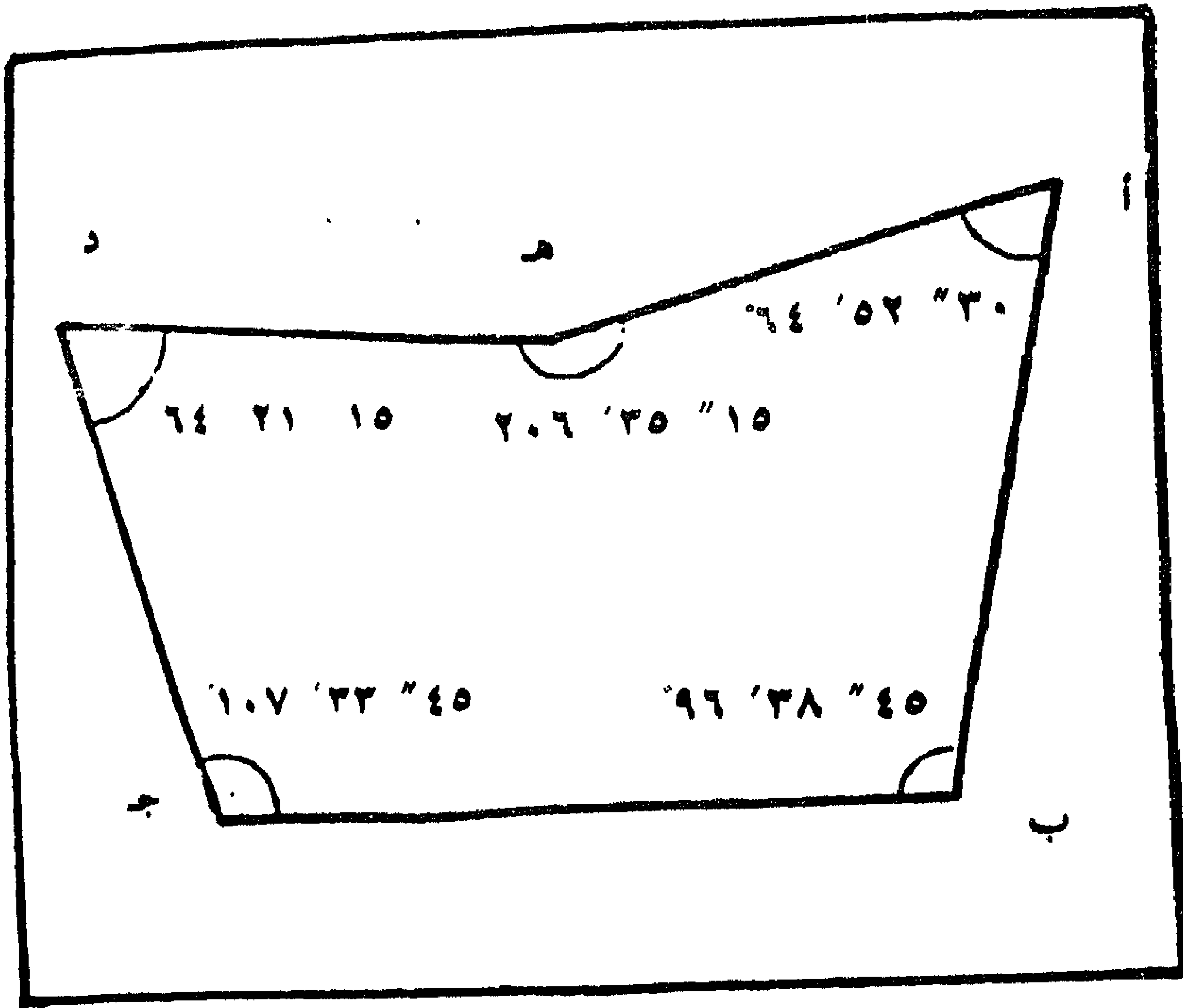
تتنوع المضلعات المستخدمة فى الأعمال المساحية ما بين المضلعات المقفلة والمضلعات المفتوحة والمضلعات المربوطة أو المتصلة وسنكتفى بأسلوب رفع المضلعات المقفلة .

خطوات رفع المضلع المقفل بالتيودوليت :

أ ــ بعد عملية الإستكشاف وتثبيت نقط رءوس المضلع فى الطبيعة ووضع العلامات المساحية ( الشواخص ) فوق النقط .

ب ــ بإستخدام التيودوليت وبطريقة من طرق قياس الزوايا يتم قياس الزوايا الداخلية بين خطوط المضلع .

| القوس | النقطة | الوضع متيامن | الوضع متياسر | المتوسط | الزوايا |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | | ° ′ ″ | ° ′ ″ | ° ′ ″ | ° ′ ″ |
| صفر° | أ | ٠١ ٤٦ ٢٠ | ١٨١ ٤٧ ٠٠ | ٠١ ٤٦ ٤٠ | |
| | ب | | | | ٦٦ ٢٧ ٣٠ |
| | جـ | ٦٨ ١٤ ٠٠ | ٢٤٨ ١٤ ٢٠ | ٦٨ ١٤ ١٠ | |
| ٩٠° | أ | ٩٢ ١١ ٠٠ | ٢٧٢ ١١ ٠٠ | ٩٢ ١١ ٢٠ | |
| | ب | | | | ٦٦ ٢٧ ٢٠ |
| | جـ | ١٥٨ ٣٨ ٥٠ | ٣٣٨ ٣٩ ٠٠ | ١٥٨ ٣٨ ٤٠ | |




**( شكل رقم ١٣٤ )**

**مضلع تيودوليت مقفل**

جـ — بعد قياس زوايا المضلع قياساً دقيقاً يتم قياس أطوال أضلاعه وإنحراف أى خط من خطوطه .

د — بعد عملية قياس الزوايا يتم التأكد من صحة القياس وذلك بمقارنة مجموع الزوايا المقاسة للمضلع بمجموع الزوايا المفروض أن تكون عليه والذى يحسب من العلاقة :

١ — فى حالة قياس الزوايا الداخلية :

مجموع الزوايا الداخلية للمضلع = ضعف عدد الأضلاع – ٤ قوائم

= ( ٢ × ن – ٤ ) × ٩٠ درجة

٢ — فى حالة قياس الزوايا الخارجية .

مجموع الزوايا الخارجية للمضلع = ضعف عدد الأضلاع + ٤ قوائم

= ( ٢ × ن + ٤ ) × ٩٠ درجة

ــ فى المثال مجموع الزوايا الداخلية للمضلع المقاسة : ( شكل رقم ١٨٢ ) :

| الـزاويـة | ثانية | دقيقة | درجة |
|---|---|---|---|
| ب أ هـ | ٣٠ | ٥٢ | ٦٤ |
| أ ب جـ | ٤٥ | ٣٨ | ٩٦ |
| ب حـ د | ٤٥ | ٣٣ | ١٠٧ |
| حـ د هـ | ١٥ | ٢١ | ٦٤ |
| د هـ أ | ١٥ | ٣٥ | ٢٠٦ |
| مجموع الزوايا | ٣٠ | ٠١ | ٥٤٠ |

على حين يجب أن يكون مجموع هذه الزوايا مساوياً :

( ٢ × ن – ٤ ) قوائم

( ٢ × ٥ – ٤ ) قوائم

٦ قوائم = ٦ × ٩٠ = ٥٤٠ درجة .

ــ يتبين من ذلك أن هناك خطأً فى مجموع زوايا المضلع قدره دقيقة واحدة وثلاثين ثانية زيادة عن المفروض أن تكون عليه .

ــ يتم التأكد هل الخطأ فى قياس الزوايا مسموح به من العلاقة :

الخطأ المسموح به = ٧٠ $\sqrt{\text{عدد الزوايا}}$ ثانية

فإذا تبين أن الخطأ فى حدود المسموح به يوزع الخطأ على الزوايا المقاسة بالتساوى حتى يتم تصحيح الخطأ .

أما إذا كان الخطأ فى قياس الزوايا أكبر من المسوح به فيتعين إعادة العمل المساحى وقياس الزوايا من جديد .

ــ فى المثال الخطأ المسموح به = ٧٠ × $\sqrt{٥}$ = ١٥٤ ثانية

والخطأ فى عملية قياس الزوايا = ٩٠ ثانية

ــ أى فى حدود المسموح به ومن ثم يتم تقدير نصيب كل زواية من التصحيح بقسمة مقدار الخطأ على عدد زوايا المضلع = ٩٠ ÷ ٥ = ١٨ ″

يطرح من كل زاوية نصيبها من الخطأ فتكون زوايا المضلع المصححة هى

| الـزاويــة | ثانية | دقيقة | درجة |
| --- | --- | --- | --- |
| ب أ هـ | ١٢ | ٥٢ | ٦٤ |
| أ ب حـ | ٢٧ | ٣٨ | ٩٦ |
| ب حـ د | ٢٧ | ٣٣ | ١٠٧ |
| حـ د هـ | ٥٧ | ٢٠ | ٦٤ |
| د هـ أ | ٥٧ | ٣٤ | ٢٠٦ |
| مجموع الزوايا | ٠٠ | ٠٠ | ٥٤٠ |

— بعد تصحيح الزوايا يوقع المضلع بمعرفة زواياه وأطوال أضلاعه وذلك فى حالة المضلعات الصغيرة وفى عمليات الرفع المساحى التقريبية .

أما فى عمليات المساحة الدقيقة فيتطلب توقيع المضلع إجراء بعض العمليات الحسابية مثل :

— يتم حساب إنحرافات أضلاع المضلع إبتداء من الخط الذى قيس إنحرافه عند الرصد ويتم تحويل هذه الإنحرافات الدائرية إلى إنحرافات مختصرة ويتم التأكد من صحة الإنحرافات بحساب الإنحراف المقاس والمقارنة بين الإنحرافين المقاس والمحسوب لنفس الضلع فإن تطابقا يستكمل العمل المكتبى وإن كان هناك خطأ مسموح به يتم تصحيحه .

— يلى ذلك حساب المركبات لأضلاع المضلع الرأسية والأفقية بمعرفة أطوالها وإنحرافاتها المختصرة ويتم التأكد من صحتها وتصحيح الخطأ إن وجد شرط أن يكون فى حدود المسموح به .

— من المركبات تحسب احداثيات نقط رءوس المضلع ثم يتم توقيعها على لوحة الرسم تبعاً لمقياس الرسم وبذلك يتم رصد وتوقيع مضلع التيودوليت بدقة كبيرة .

# حساب وتوقيع مضلعات التيودوليت

## أ : المضلع المقفل

**خطوات حساب وتوقيع المضلع المقفل :**

١ ـ يتم رسم كروكى للمضلع توقع عليه البيانات المرصودة من زوايا وأطوال وإنحرافات واحداثيات .

٢ ـ يتم تصحيح خطأ القفل الزواى من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

ـ بإعتبار عدد زوايا المضلع = ن فيجب أن يكون :

مجموع الزوايا الداخلية = ( ٢ ن − ٤ ) × ٩٠°

أو

مجموع الزوايا الخارجية = ( ٢ ن + ٤ ) × ٩٠°

ـ إذا كان هناك فرق بين مجموع الزوايا المرصودة وبين مجموع الزوايا المحسوبة وفى حدود الخطأ المسموح به وقيمته :

الخطأ المسموح به = ٧٠ ثانية × $\sqrt{\text{ن}}$

يوزع الخطأ بالتساوى على كل زوايا المضلع بعكس إشارة الخطأ .

٣ ـ يتم حساب إنحرافات الدائرية لأضلاع المضلع بمعلومية إنحراف أى ضلع من أضلاعه ، ومعرفة الزوايا المصححة المرصودة بين الأضلاع من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

الإنحراف الدائرى للضلع = إنحراف الضلع المعلوم + الزاوية من الضلع المعلوم إلى الضلع المطلوب فى إتجاه حركة عقارب الساعة ± ١٨٠°

أو

الإنحراف الدائرى للضلع = إنحراف المضلع المعلوم − الزاوية من الضلع المعلوم إلى الضلع المطلوب فى إتجاه عكس حركة عقارب الساعة ± ١٨٠°

٤ ــ يتم حساب الإنحرافات المختصرة للإنحرافات الدائرية لأضلاع المضلع كما يأتى :

الإنحراف الدائرى بين ٠ ــ ٩٠° يكون المختصر = الإنحراف الدائرى + +
الإنحراف الدائرى بين ٩٠° ــ ١٨٠° يكون المختصر = ١٨٠ - الدائرى - +
الإنحراف الدائرى بين ١٨٠° ــ ٢٧٠° يكون المختصر = الدائرى - ١٨٠ - +
الإنحراف الدائرى بين ٢٧٠° ــ ٣٦٠° يكون المختصر = ٣٦٠ - الدائرى + -

٥ ــ يتم حساب مركبات الأضلاع من العلاقة الرياضية الآتية :

المركبة الأفقية للضلع = طول الضلع × جا الإنحراف المختصر .
المركبة الرأسية للضلع = طول الضلع × جتا الإنحراف المختصر .

ــ يجب أن يكون المجموع الجبرى للمركبات الأفقية مساوياً صفراً ، ويجب أن يكون المجموع الجبرى للمركبات الرأسية مساوياً صفراً أيضاً . فإذا كان غير ذلك فيحسب خطأ القفل ونسبته وما إذا كان مسموحاً به أم لا ، فإن كان الخطأ فى حدود المسموح يوزع وتصحح المركبات الأفقية والرأسية .

ــ خطأ القفل = $\sqrt{}$ ( المجموع الكبرى للمركبات الأفقية )$^2$ + ( المجموع الجبرى للمركبات الرأسية )$^2$

ــ نسبة خطأ القفل = $\frac{\text{مقدار خطأ القفل}}{\text{مجموع أطوال المضلع}}$

ــ الخطأ المسموح به فى الأراضى الزراعية بالسنتيمتر
= ٢٥ + ٠,٣١ ل + ١,١٣ $\sqrt{}$ ل

حيث ل مجموع أطوال أضلاع المضلع

ــ الخطأ المسموح به فى المدن ١ : ٢٠٠٠

ــ يوزع خطأ القفل على النحو الآتى :

للمركبات الأفقية : المجموع الجبرى للمركبات الأفقية
× $\frac{\text{طول الضلع}}{\text{مجموع أطوال الأضلاع}}$

للمركبات الرأسية : المجموع الجبرى للمركبات الرأسية

$$\times \frac{\text{طول الضلع}}{\text{مجموع أطوال الأضلاع}}$$

وبعكس إشارة خطأ القفل فى كل حالة

وبذلك يتم تصحيح مركبات الأضلاع الأفقية والرأسية ويصبح المجموع الجبرى لكل منهما مساوياً صفراً .

٦ ــ يتم حساب احداثيات نقط رءوس المضلع بجمع مركبة الضلع على الاحداثى للنقطة السابقة لها جمعاً جبرياً تنتج احداثيات النقطة التالية الأفقية والرأسية .

٧ ــ يتم حساب الاحداثيات حتى النقطة المعلوم احداثياتها فيكون لها احداثيات معلومة وأخرى محسوبة شـ ـ تكون متساويتان .

**مثال :**

مضلع التيودوليت أ ب حـ د هـ رصدت زواياه الداخلية فى إتجاه حركة عقارب الساعة فكانت الزوايا كالآتى :

ب ١٥″ ١٠′ ١١٨° ، حـ ١٠″ ٢٥′ ٩٦° ، د ١٥″ ٣٢′ ١٠٩°

هـ ١٥″ ٢٢′ ١١٥° ، أ ٢٠″ ٣٠′ ١٠٠° .

وقيست أطوال أضلاعه بالمتر فكانت كالآتى :

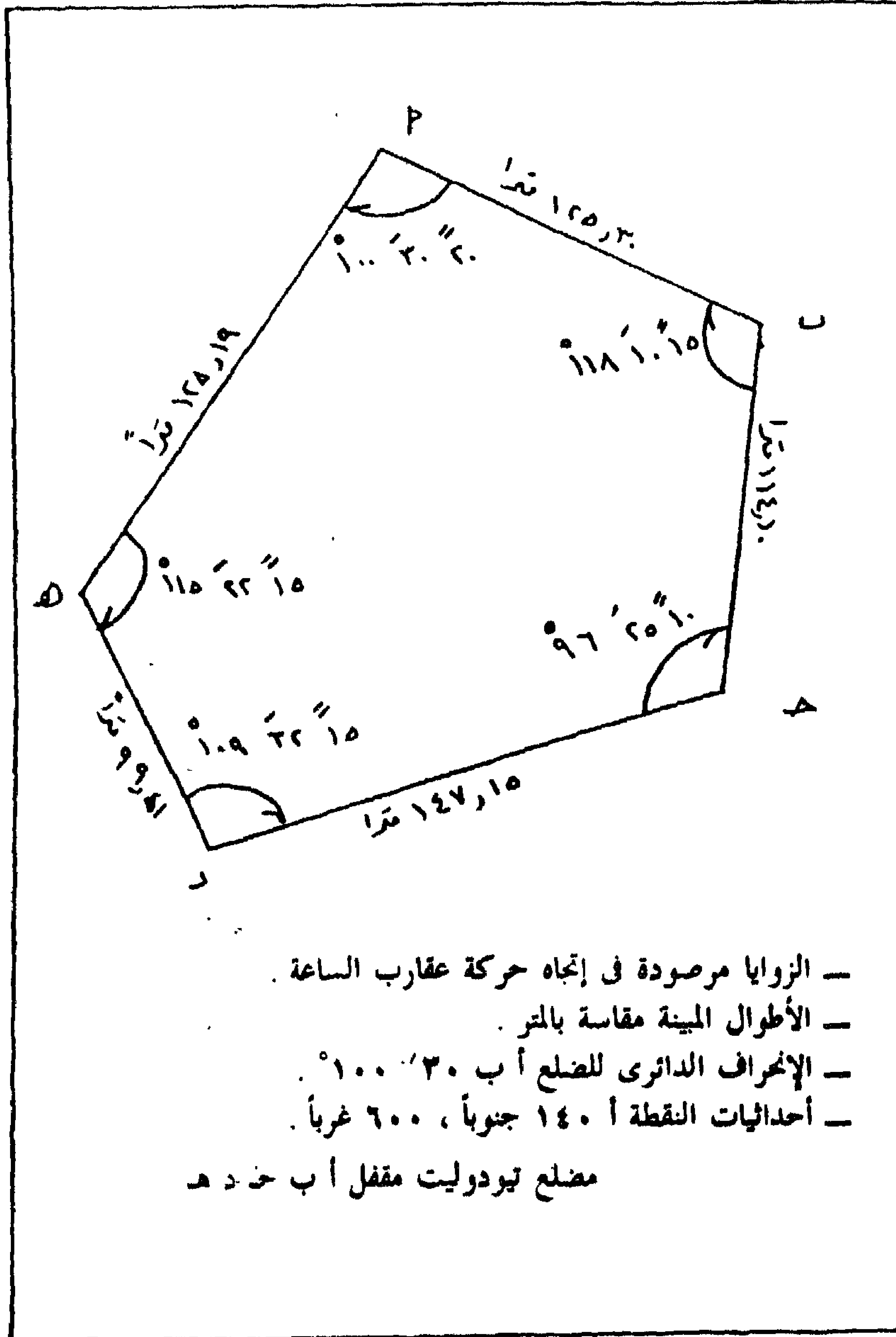
ب حـ = ١١٤,١٠ متراً ، حـ د = ١٤٧,١٥ متراً ، د هـ = ٩٩,٤١ متراً

هـ أ = ١٢٨,١٩ متراً ، أ ب = ١٢٥,٣٠ متراً .

قيس الإنحراف الدائرى للضلع أ ب فكان مساوياً ٣٠′ ١٠٠° .

وكانت احداثيات النقطة أ ١٤٠ جنوباً ، ٦٠٠ غرباً .

والمطلوب حساب احداثيات نقط رءوس المضلع أ ب حـ د. هـ ( شكل رقم ١٣٥ ) .




( شكل رقم ٢٣٥ )

أرصاد مضلع تيودوليت مقفل

الحـــل :

**أولاً : تصحيح خطأ القفل الزاوى إن وجد :**

ــ مجموع الزوايا الداخلية للمضلع المرصودة :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| الزاوية | ب | ١٥″ | ١٠′ | ١١٨° |
| الزاوية | حـ | ١٠ | ٢٥ | ٩٦ |
| الزاويـة | د | ١٥ | ٣٢ | ١٠٩ |
| الزاوية | هـ | ١٥ | ٢٢ | ١١٥ |
| الزاويـة | أ | ٢٠ | ٣٠ | ١٠٠ |
| مجموع الزوايا | | ١٥″ | ٠٠′ | ٥٤٠° |

ــ مجموع زوايا المضلع الصحيحة المحسوبة :

مجموع الزوايا = ( ٢ ن − ٤ ) × ٩٠

= ( ٢ × ٥ − ٤ ) × ٩٠

= ٦ × ٩٠ = ٥٤٠°

∴ خطأ القفل الزاوى = ١٥″ ٠٠′ ٥٤٠° − ٠٠″ ٠٠′ ٥٤٠°

= + ١٥″

الخطأ المسموح به = ٧٠ ثانية √ن

= ٧٠″ × √٥

= ٧٠″ × ٢,٢٣٦ = ١٥٦,٥ ثانية

∴ مقدار الخطأ فى القياس الزاوى = ٣٦,٥″ ٢′ ٠٠°

ومن ثم فإن الخطأ فى حدود المسموح به فيوزع على كل زوايا المضلع الداخلية بعكس الإشارة .

مقدار التصحيح الواجب لكل زاويـة = مقدار الخطأ الزاوى / عدد زوايا المضلع .

$$= \frac{+ \text{١٥}''}{\text{٥}} = - \text{٣ ثوان}$$

ـ يطرح نصيب كل زاوية من الخطأ وقدره ٣ ثوان من قيمة كل زاوية وبذلك يتم تصحيح زوايا المضلع ، وتفرغ الأرصاد المصححة في جدول حسابات التيودوليت .

| النقطة | الضلع | الطول بالمتر | الزوايا المقاسة | | | الزوايا المصححة | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ″ | ′ | ° | ″ | ′ | ° |
| | أب | ١٢٥,٣٠ | | | | | | |
| ب | | | ١٥ | ١٠ | ١١٨ | ١٢ | ١٠ | ١١٨ |
| | بحـ | ١١٤,١٠ | | | | | | |
| حـ | | | ١٠ | ٢٥ | ٩٦ | ٧ | ٢٥ | ٩٦ |
| | حـد | ١٤٧,١٥ | | | | | | |
| د | | | ١٥ | ٣٢ | ١٠٩ | ١٢ | ٣٢ | ١٠٩ |
| | دهـ | ٩٩,٤١ | | | | | | |
| هـ | | | ١٥ | ٢٢ | ١١٥ | ١٢ | ٢٢ | ١١٥ |
| | هـأ | ١٢٨,١٩ | | | | | | |
| أ | | | ٢٠ | ٣٠ | ١٠٠ | ١٧ | ٣٠ | ١٠٠ |
| مجموع الزوايا | | | ١٥ | ٠٠ | ٥٤٠ | ٠٠ | ٠٠ | ٥٤٠ |

**ثانياً : حساب الإنحرافات الدائرية :**

∴ الزوايا الداخلية للمضلع قد تم رصدها في إتجاه عقرب الساعة .

، ∵ إنحراف الضلع أ ب معلوم وقيمته ٣٠′ ١٠٠° ، فيتم حساب الإنحرافات
الدائرية لبقية الأضلاع كما يأتى :

الإنحراف الدائرى للضلع = إنحراف الضلع المعلوم + الزاوية من الضلع المعلوم إلى الضلع المطلوب فى إتجاه حركة عقارب الساعة ± ١٨٠° .

وزوايا المضلع الداخلية مقاسة جميعها فى إتجاه حركة عقارب الساعة .

الإنحراف الدائرى للضلع أ ب = ٠٠″ ٣٠′ ١٠٠°

الإنحراف الدائرى للضلع ب حـ = ٠٠″ ٣٠′ ١٠٠° + ١٢″ ١٠′ ١١٨° − ١٨٠°

= ١٢″ ٤٠′ ٣٨°

الإنحراف الدائرى للضلع حـ د = ١٢″ ٤٠′ ٣٨° + ٠٧″ ٢٥′ ٩٦° + ١٨٠°

= ١٩″ ٠٥′ ٣١٥°

الإنحراف الدائرى للضلع د هـ = ١٩″ ٠٥′ ٣١٥° + ١٢″ ٣٢′ ١٠٩° − ١٨٠°

= ٠٠″ ٣٧′ ٢٤٤°

الإنحراف الدائرى للضلع هـ أ = ٠٠″ ٣٧′ ٢٤٤° + ١٢″ ٢٢′ ١١٥° − ١٨٠°

= ٠٠″ ٥٩′ ١٧٩°

الإنحراف الدائرى للضلع أ ب = ٠٠″ ٥٩′ ١٧٩° + ١٧″ ٣٠′ ١٠٠° − ١٨٠°

= ٠٠″ ٣٠′ ١٠٠°

وبذلك يكون العمل الحسابى صحيح حيث أن الإنحراف الدائرى للضلع أ ب المحسوب يساوى الإنحراف الدائرى المعلوم .

**ثالثاً : حساب الإنحرافات المختصرة :**

الإنحراف المختصر للضلع أ ب = ٠٠″ ٠٠′ ١٨٠° − ٠٠″ ٣٠′ ١٠٠°

= − ٠٠″ ٣٠′ ٧٩° +

الإنحراف المختصر للضلع ب حـ =

= + ١٢″ ٤٠′ ٣٨° +

الإنحراف المختصر للضلع حـ د = ٠٠″ ٠٠′ ٣٦٠° − ١٩″ ٠٥′ ٣١٥°

= + ٤١″ ٥٤′ ٤٤° −

الإنحراف المختصر للضلع د هـ = ٠٠″ ٣٧′ ٢٤٤° ٠٠″ ٠٠′ ١٨٠°

= − ٠٠″ ٣٧′ ٦٤°

الإنحراف المختصر للضلع هـ أ = ٠٠″ ٠٠′ ١٨٠° ٠٠″ ٥٩′ ١٧٩°

= − ٠٠″ ٠١′ ٠٠° +

وتوضع الإنحرافات المختصرة فى جدول حسابات التيودوليت

**رابعاً : حساب مركبات الأضلاع :**

**أ ــ المركبات الأفقية :**

المركبة الأفقية للضلع = طول الضلع × جا الإنحراف المختصر

المركبة الأفقية للضلع أ ب = ١٢٥,٣٠ × جا ٠٠″ ٣٠′ ٧٩°

= ١٢٥,٣٠ × ٠,٩٨٣٢٥

= + ١٢٣,٢٠٢

المركبة الأفقية للضلع ب حـ = ١١٤,١٠ × جا ١٢″ ٤٠′ ٣٨°

= ١١٤,١٠ × ٠,٦٢٤٨٣

= + ٧١,٢٩٣

المركبة الأفقية للضلع حـ د = ١٤٧,١٥ × جا ٤١″ ٥٤′ ٤٤°

= ١٤٧,١٥ × ٠,٧٠٦٠١

= − ١٠٣,٨٧٥

المركبة الأفقية للضلع د هـ = ٩٩,٤١ × جا ٠٠″ ٣٧′ ٦٤°

= ٩٩,٤١ × ٠,٩٠٣٤٦

= − ٨٩,٨١٣

المركبة الأفقية للضلع هـ أ = ١٢٨,١٩ × جا ٠٠″ ٠١′ ٠٠°

= ١٢٨,١٩ × ٠,٠٠٠٢٩

= + ٠,٠٣٧

تدون المركبات الأفقية فى جدول حساب التيودوليت ، يحسب المجموع الجبرى للمركبات الأفقية والذى يجب أن يساوى صفراً ، أو يوزع الخطأ بعكس إشارته على جميع المركبات الأفقية إذا كان فى حدود المسموح به .

ب ــ المركبات الرأسية :

المركبة الرأسية للضلع = طول الضلع × جتا الإنحراف المختصر

المركبة الرأسية للضلع أ ب = ١٢٥,٣٠ × جتا ٠٠″ ٣٠′ ٧٩°

= ١٢٥,٣٠ × ٠,١٨٢٢٣

= − ٢٢,٨٣٤

المركبة الرأسية للضلع ب حـ = ١١٤,١٠ × جتا ١٢″ ٤٠′ ٣٨°

= ١١٤,١٠ × ٠,٧٨٠٧٥

= + ٨٩,٠٨٤

المركبة الرأسية للضلع حـ د = ١٤٧,١٥ × جتا ٤١″ ٥٤′ ٤٤°

= ١٤٧,١٥ × ٠,٧٠٨١٩

= − ١٠٤,٢١٢

المركبة الرأسية للضلع د هـ = ٩٩,٤١ × جتا ٠٠″ ٣٧′ ٦٤°

= ٩٩,٤١ × ٠,٤٢٨٦٧

= − ٤٢,٦١٤

المركبة الرأسية للضلع هـ أ = ١٢٨,١٩ × جتا ٠٠″ ٠١′ ٠٠°

= ١٢٨,١٩ × ٠,٩٩٩٩٩

= + ١٢٨,١٨٩

تدون المركبات الرأسية فى جدول حسابات التيودوليت ، يحسب المجموع الجبرى للمركبات الرأسية والذى يجب أن يساوى صفراً ، أو يوزع الخطأ بعكس إشارته على جميع المركبات الرأسية إذا كان فى حدود المسموح به .

| الضلع | المركبة الأفقية س | المركبة لرسية ص |
|---|---|---|
| أ ب | + ١٢٣,٢٠٢ | ٢٢,٨٣٤ |
| ب حـ | + ٧١,٢٩٣ | + ٨٩,٠٨٤ |
| جـ د | − ١٠٣,٨٧٥ | + ١٠٤,٢١٢ |
| د هـ | − ٨٩,٨١٣ | ٤٢,٦١٤ |
| هـ أ | + ٠,٠٣٧ | − ١٢٨,١٨٩ |
| المجموع الجبرى | + ٠,٨٤٤ | - ٠,٣٤١ |

خطأ القفل = $\sqrt{س^{٢} + ص^{٢}}$

$= \sqrt{(+ ٠,٨٤٤)^{٢} + (- ٠,٣٤١)^{٢}}$

$= \sqrt{٠,٧١٢٣٣٦ + ٠,١١٦٢٨١}$

$= \sqrt{٠,٨٢٨٦١٧} = ٠,٩١٠$

**تصحيح خطأ القفل :**

يوزع خطأ القفل على مركبات الأضلاع الأفقية والرأسية بنسب تتناسب مع طول كل ضلع إلى مجموع أطوال أضلاع المضلع

مقدار التصحيح للمركبة الأفقية =

$= \text{مجموع المركبات الأفقية} \times \frac{\text{طول الضلع}}{\text{طول محيط الضلع}}$

مقدار التصحيح للمركبة الرأسية =

$= \text{مجموع المركبات الرأسية} \times \frac{\text{طول الضلع}}{\text{طول محيط المضلع}}$

ثم يتم تصحيح المركبات كما فى الجدول الآتى :

| الضلع | المركبة الأفقية | قيمة التصحيح | المركبة الأفقية مصححة |
|---|---|---|---|
| أ ب | + ١٢٣,٢٠٢ | − ٠,١٧٢ | + ١٢٣,٠٣٠ |
| ب جـ | + ٧١,٢٩٣ | − ٠,١٥٧ | + ٧١,١٣٦ |
| حـ د | − ١٠٣,٨٧٥ | − ٠,٢٠٢ | − ١٠٤,٠٧٧ |
| د هـ | − ٨٩,٨١٣ | − ٠,١٣٧ | − ٨٩,٩٥٠ |
| هـ أ | + ٠,٠٣٧ | − ٠,١٧٦ | − ٠,١٣٩ |
| المجموع | + ٠,٨٤٤ | − ٠,٨٤٤ | صفر |

| الضلع | المركبة الرأسية | قيمة التصحيح | المركبة الرأسية مصححة |
|---|---|---|---|
| أ ب | − ٢٢,٨٣٤ | + ٠,٠٧٠ | − ٢٢,٧٦٤ |
| ب جـ | + ٨٩,٠٨٤ | + ٠,٠٦٣ | + ٨٩,١٤٧ |
| جـ د | + ١٠٤,٢١٢ | + ٠,٠٨٢ | + ١٠٤,٢٩٤ |
| د هـ | − ٤٢,٦١٤ | + ٠,٠٥٥ | − ٤٢,٥٥٩ |
| هـ أ | − ١٢٨,١٨٩ | + ٠,٠٧١ | − ١٢٨,١١٨ |
| المجموع | − ٠,٣٤١ | + ٠,٣٤١ | صفر |

تسجل المركبات الأفقية والرأسية المصححة ق جدول حساب التيودوليت .

## خامساً : حساب احداثيات نقط رءوس المضلع :

يتم حساب أحداثيات نقط رءوس المضلع بإجراء عمية الـ ع الجبرى لمركبة الضلع المصححة على أحداثى النقطة المعلوم ، الأفقى والرأسى فتنتج أحداثيات النقطة التالية .

### أحداثيات نقط رءوس المضلع أ ب جـ د هـ

| | الاحداثى الرأسى | الاحداثى الأفقى |
|---|---|---|
| احداثيات النقطة أ | − ١٤٠,٠٠٠ | − ٦٠٠,٠٠٠ |
| مركبات الضلع أ ب | − ٢٢,٧٦٤ | + ١٢٣,٠٣٠ |
| احداثيات النقطة ب | − ١٦٢,٧٦٤ | − ٤٧٦,٩٧٠ |
| مركبات الضلع ب جـ | + ٨٩,١٤٧ | + ٧١,١٣٦ |
| احداثيات النقطة جـ | − ٧٣,٦١٧ | − ٤٠٥,٨٣٤ |
| مركبات الضلع جـ د | + ١٠٤,٢٩٤ | − ١٠٤,٠٧٧ |
| احداثيات النقطة د | + ٣٠,٦٧٧ | − ٥٠٩,٩١١ |
| مركبات الضلع د هـ | − ٤٢,٥٥٩ | − ٨٩,٩٥٠ |
| احداثيات النقطة هـ | − ١١,٨٨٢ | − ٥٩٩,٨٦١ |
| مركبات الضلع هـ أ | − ١٢٨,١١٨ | − ٠,١٣٩ |
| احداثيات النقطة أ | − ١٤٠,٠٠٠ | − ٦٠٠,٠٠٠ |

بعد التاكد من أن احداثيات نقطة أ المحسوبة تساوى احداثياتها المعلومة ، يتم تدوين الاحداثيات في جدول حسابات التيودوليت ليصبح متكاملاً ، ومن ثم يتم توقيع رءوس المضلع ورسم أضلاعه تبعاً لمقياس الرسم المطلوب

| النقطة | الضلع | الطول بالمتر | الزوايا | الانحرافات المختصرة | المركبات الأفقية | المركبات الرأسية | الأحداثيات الأفقية | الأحداثيات الرأسية |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ١٠٠ ٣٠ ١٧ | | | | ١٤٠,٠٠ | ٦٠٠,٠٠ |
| | أ ب | ١٢٥,٣٠ | | + ٧٩ ٣٠ ٠٠ − | ١٢٣,٠٣٠ + | ٢٢,٧٦٤ − | | |
| ب | | | ١١٨ ١٠ ١٢ | | | | ١٦٢,٧٦٤ − | ٤٧٦,٩٧٠ − |
| | ب جـ | ١١٤,١٠ | | + ٣٨ ٤٠ ١٢ + | ٧١,١٣٦ + | ٨٩,١٤٧ + | | |
| جـ | | | ٩٦ ٢٥ ٠٧ | | | | ٧٣,٦١٧ − | ٤٠٥,٨٣٤ − |
| | جـ د | ١٤٧,١٥ | | − ٤٤ ٥٤ ٤١ + | ١٠٤,٠٧٧ − | ١٠٤,٢٩٤ + | | |
| د | | | ١٠٩ ٣٢ ١٢ | | | | ٣٠,٦٧٧ + | ٥٠٩,٩١١ − |
| | د هـ | ٩٩,٤١ | | − ٦٤ ٣٧ ٠٠ − | ٨٩,٩٥٠ − | ٤٢,٥٥٩ − | | |
| هـ | | | ١١٥ ٢٢ ١٢ | | | | ١١,٨٨٢ − | ٥٩٩,٨٦١ − |
| | هـ أ | ١٢٨,١٩ | | + ٠٠ ٠١ ٠٠ − | ٠٠٠,١٣٩ − | ١٢٨,١١٨ − | | |

# الفصل الخامس

# القياس غير المباشر للأبعاد

أولاً : طريقة شعرتى الأستاديا .

ثانياً : طريقة قانون ظل الزاوية .

ثالثاً : جهاز التيليتوب .

## القياس غير المباشر للأبعاد

يمكن قياس الأبعاد بين النقط المختلفة بطرق غير مباشرة تيسر القياس في حالة وجود العقبات التي تمنع القياس المباشر ولا تمنع التوجيه كالمستنقعات والبرك، والوديان العميقة، أو الإنحدارات الشديدة، أو مناطق الرمال الناعمة، أو المناطق غير الآمنة كحقول الألغام، وكذلك في حالة الظروف الجوية التي تجعل القياس المباشر متعذراً، ويساعد القياس غير المباشر للأبعاد على توفير قدر كبير من الوقت في إجراء العمليات المساحية إلى جانب ما يحققه من دقة كبيرة في عملية القياس.

**وتتعدد طرق قياس الأبعاد غير المباشرة ومنها:**

**١ ــ الإستعانة بشعرتي الأستاديا، ( طريقة شعرات الاستاديا ).**
**٢ ــ الإستعانة بقوانين حساب المثلثات ( طريقة الظلال ).**
**٣ ــ جهاز قياس المسافات، ( التيليتوب ).**
**٤ ــ جهاز قياس المسافات، ( عارضة انفار ).**
**٥ ــ أجهزة قياس المسافات بالاشعة.**

**وسنعرض إلى الطرق الثلاثة الأولى بصورة مبسطة تهيء للجغرافي إمكانية قياس المسافات بطريقة غير مباشرة، وتلبي إحتياجات الجغرافي في عمليات المساحة التي يقوم بها.**

## أولاً: طريقة شعرتي الاستاديا

تزود أجهزة التوجيه البصرية بالأجهزة المساحية بما يعرف بحامل الشعرات الذي يستخدم في إجراء عملية التوجيه على الأهداف المساحية، وحامل الشعرات مزود بشعرة رأسية أساسية تتقاطع مع شعرة أفقية رئيسية تستخدمان في عملية التوجيه والرصد عند قياس الزوايا بين النقط المساحية، أو الإنحرافات، ولقراءة القامة عند إجراء الميزانيات لتقدير مناسيب النقط المختلفة. ومحفور على حامل الشعرات شعرتان أفقيتان قصيرتان متوازيتان،

وتوازيان الشعرة الأفقية الرئيسية وعلى بعدين متساويين منها هما شعرتى الأستاديا .

ويستفاد من العلاقة بين مسارات الاشعة الضوئية خلال العدسة الشيئية إلى العدسات العينية ، ومن الخصائص التى تميز العدسات كالأبعاد البؤرية ، وبينهما وبين الهدف المساحى فى تحديد المسافات وقياسها بدقة عالية على الطبيعة .

ولقياس المسافات بالإستعانة بشعرتى الأستاديا يلزم إستخدام جهاز مساحى مزود بشعرات الأستاديا ، ومجهز لقياس زوايا الإرتفاع وزوايا الإنخفاض ويعرف بجهاز التاكيومتر . ويلزم معرفة ما يسمى بالثابت التاكيومترى ، وكذلك الثابت الإضافى للجهاز المستخدم وكلا من الثابتين مسجل مع دليل إستخدام الجهاز . كما يمكن حساب كل منهما إذا تعذر معرفتهما . وتزود بعض الأجهزة بعدسة تحليلية تلغى الثابت الإضافى للجهاز .

**١ ــ الثابت التاكيومترى ( ث ) :**

يحسب الثابت التاكيومترى لأى جهاز مساحى مزود بمنظار وبه شعرات الأستاديا من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

الثابت التاكيومترى = البعد البؤرى للعدسة الشيئية ÷ المسافة بين شعرتى الأستاديا .

ث = س ÷ د

**٢ ــ الثابت الأضافى ( ك ) :**

يحسب الثابت الاضافى لجهاز التاكيومتر من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

الثابت الاضافى = البعد البؤرى للعدسة الشيئية + البعد الأفقى بين المركز البصرى للعدسة الشيئية وبين المحور الرأسى لدوران الجهاز .

ك = س + ط

**مثال :**

إحسب الثابت التاكيومترى والثابت الاضافى لجهاز تاكيومتر فيه البعد البؤرى للعدسة الشيئية ٣٠ سم ، والمسافة بين شعرتى الاستاديا ٣ مم والبعد الأفقى بين المركز البصرى للعدسة الشيئية وبين المحور الرأسى لدوران الجهاز ٢٠ سم . ( شكل رقم ١٣٦ ) .

**الحل :**

الثابت التاكيومترى ث :

ث = س ÷ د

ث = ٣٠ سنتيمتراً ÷ ٣ ملليمتراً

ث = ٠,٣ متراً ÷ ٠,٠٠٣ متراً

$$ث = \frac{٠,٣٠٠}{٠,٠٠٣} = ١٠٠ \text{ متراً}$$

الثابت الإضافى ك :

ك = س + ط

ك = ٣٠ سنتيمتراً + ٢٠ سنتيمتراً

ك = ٠,٣ متراً + ٠,٢ متراً

ك = ٠,٥٠

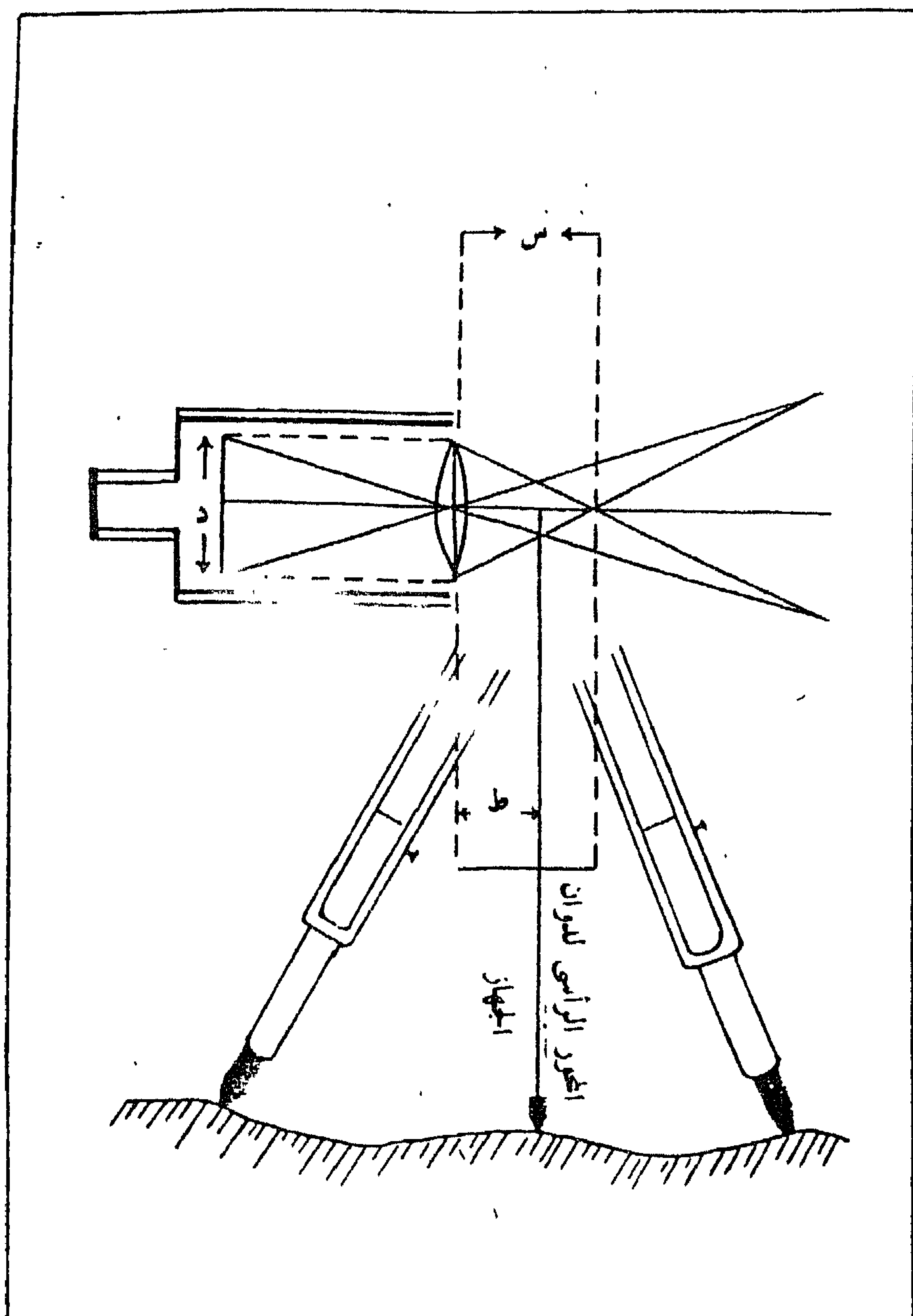
**طرق قياس البعد بين نقطتين :**

**١ ــ فى الوضع الأفقى :**

ــ يتم التمركز بجهاز التاكيومتر أو جهاز التيودوليت مسامتاً تماماً لإحدى النقطتين المطلوب إيجاد البعد الأفقى بينهما ، وتضبط أفقية الجهاز .

ــ توضع قامة متر رأسية تماماً فوق النقطة الثانية .

ــ يتم رصد القامة متر وتسجيل قراءة الشعرات الثلاثة العليا والوسطى والسفلى على القامة ، ويجب أن يكون الفرق بين قراءة الشعرة العليا وبين




( شكل رقم ٢٣٦ )

قراءة الشعرة الوسطى مساوياً الفرق بين قراءة الشعرة السفلى وبين قراءة الشعرة الوسطى .

- يتم حساب المسافة الأفقية بين النقطتين بتطبيق المعادلة الرياضية البسيطة الآتية :

ف = ث × هـ + ك

حيث ف = المسافة الأفقية بين النقطتين .

هـ = الفرق بين قراءتى شعرتى الأستاديا العليا والسفلى .

ث = الثابت التاكيومترى .

ك = الثابت الإضافى .

وفى حالة ما يكون الجهاز مزوداً بعدسة تحليلية فإن الثابت الإضافى ك = صفر ، ومن ثم تكون المسافة الأفقية :

ف = ث × هـ

**مثال :**

لقياس المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب وباستخدام جهاز تاكيومتر ثابته التاكيومترى ١٠٠ ، وثابته الإضافى ٣٠ سم وكانت قراءة الشعرات بالترتيب ٣,٤٥ - ٣,٠٠ - ٢,٥٥ . والمطلوب حساب المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب .

**الحل :**

ث = ١٠٠

ك = ٠,٣

هـ = ٣,٤٥ - ٢,٥٥ = ٠,٩٠ سم

∴ ف = ث × هـ + ك

= ( ١٠٠ × ٠,٩٠ ) + ٠,٣

= ٩٠ + ٠,٣

= ٩٠,٣ متراً ( شكل رقم ١٣٧ - أ )

**٢ ـــ فى الوضع غير الأفقى :**

ـــ يتم التمركز بجهاز التاكيومتر أو بجهاز التيودوليت مسامتاً تماماً لإحدى النقطتين المطلوب إيجاد المسافة الأفقية بينهما وتضبط أفقية الجهاز .

ـــ توضع القامة متر رأسية تماماً فوق النقطة الثانية .

ـــ يتم رصد القامة متر وتسجيل زاوية الإرتفاع أو زاوية الإنخفاض .

ـــ يتم قراءة الشعرات الثلاثة العليا والوسطى والسفلى .

ـــ يتم حساب البعد الأفقى بين النقطتين بتطبيق العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

ف = ث × هـ جتا$^{٢}$ ن + ك جتا ن

**حيث :**

ف = المسافة الأفقية بين النقطتين .
هـ = الفرق بين قراءتى شعرتى الاستاديا العليا والسفلى .
ث = الثابت التاكيومترى .
ن = زاوية الإرتفاع أو زاوية الإنخفاض لموضع القامة متر .
ك = الثابت الإضافى .

وفى حالة ما كان الجهاز مزوداً بعدسة تحليلية فإن الثابت الإضافى ك = صفر ، ومن ثم تكون المسافة الأفقية :

ف = ث × هـ × جتا$^{٢}$ ن

**مثال :**

تم قياس البعد الأفقى بين النقطتين أ ، ب تاكيومترياً فكانت قراءة الشعرات ٣,٤٥ - ٣,٠٠ - ٢,٥٥ ، وكان الثابت التاكيومترى ١٠٠ ، والثابت الإضافى ٣٠ سم ، وكانت زاوية الإرتفاع عن الوضع الأفقى ١٥′ ٢٥° . إحسب المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب...

**الحـل :**

هـ = ٣,٤٥ − ٢,٥٥ = ٠,٩٠ سم

ث = ١٠٠

ك = ٠,٣

ن = ١٥ ′ ٢٥°

∵ ف = ث × هـ × جتا² ن + ك × جتا ن

∴ ف = ١٠٠ × ٠,٩٠ × جتا² ١٥ ′ ٢٥° + ٠,٣ × جتا ١٥ ′ ٢٥°

= ( ١٠٠ × ٠,٩٠ × ٠,٨١٨٠ ) + ( ٠,٣ × ٠,٩٠٤٤ )

= ٧٣,٦٢ + ٠,٢٧١

= ٧٣,٨٩١ متراً .

∴ المسافة الأفقية بين أ ، ب = ٧٣,٨٩١ متراً ( شكل رقم ١٣٧ — ب )

**مثال :**

عند قياس البعد أ ب وضع جهاز التاكيومتر فى نقطة جـ على إمتداد الخط الواصل بين نقطة أ ونقطة ب . ورصدت القامة عند نقطة أ فكانت قراءات الشعرات كالآتى ٤,٦٥ − ٣,١٤ − ١,٦٣ وكانت زاوية الإنخفاض ٣٠ ′ ٨° ، وعند الرصد على القامة عند نقطة ب كانت قراءات الشعرات كالآتى ٣,٢٤ − ٣,٠١ − ٢,٧٨ . وزاوية الإرتفاع ٢٠ ′ ١٥° . إحسب المسافة بين أ ، ب إذا علمت أن الثابت التاكيومترى للجهاز ١٠٠،والجهاز مزود بعدسة تحليلية .

**الحـل :**

الجهاز مزود بعدسة تحليلية ∴ الثابت الإضافى ك = صفر .

**١ — الوضع بين النقطتين أ ، جـ :**

ث = ١٠٠

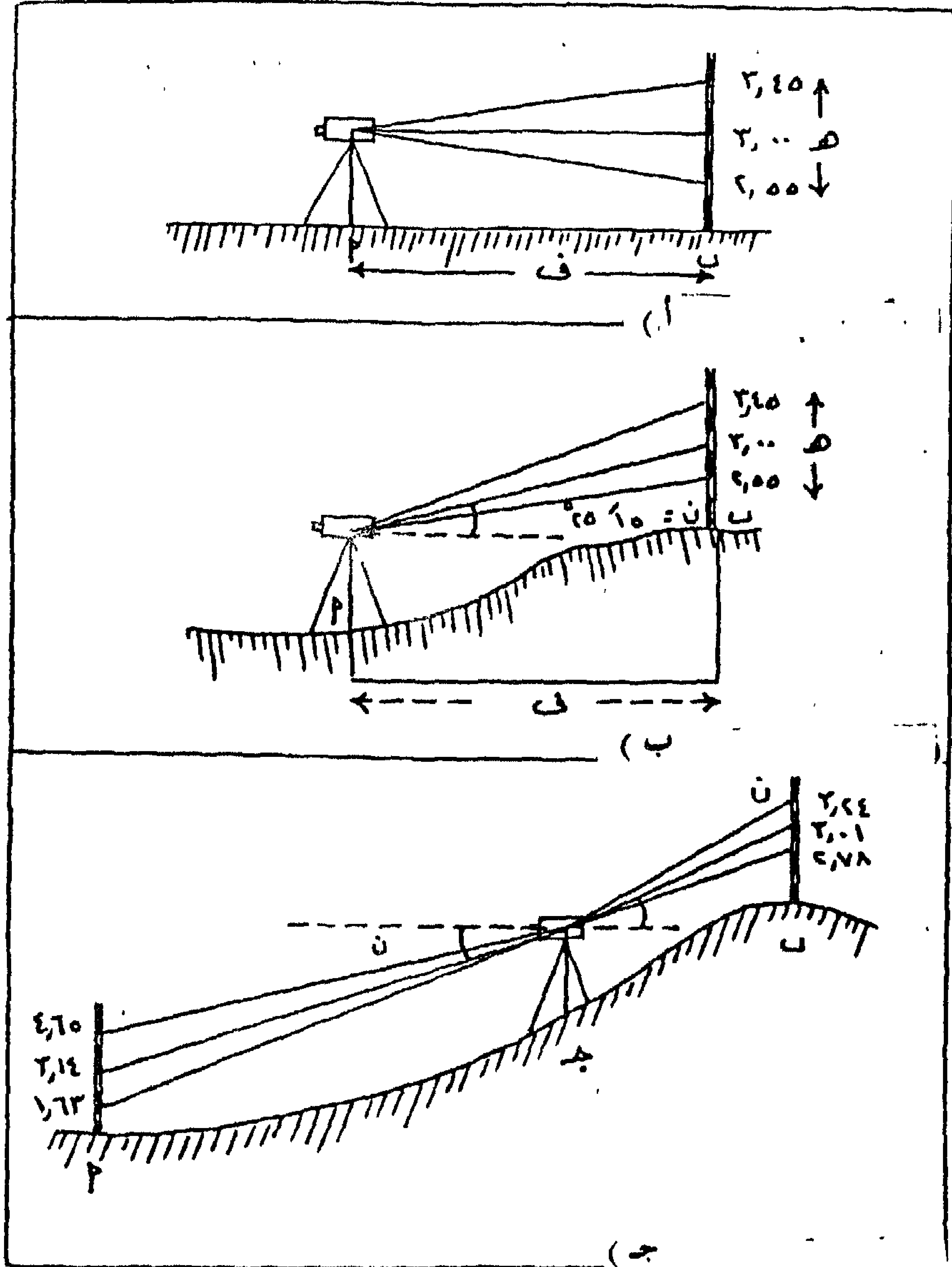
هـ = ٤,٦٥ − ١,٦٣ = ٣,٠٢ متراً

ك = صفر

ن = ٨° ٣٠'

∵ ف = ث × هـ × جتا² ن + ك جتا ن

، ك = صفر .




( شكل رقم ١٣٧ )

قياس المسافات بطريقة شعرتى الاستاديا

∴ ف = ث × هـ × جتا² ن

ف = ١٠٠ × ٣,٠٢ × جتا² ٣٠ ′ ٨°

ف = ١٠٠ × ٣,٠٢ × ٠,٩٧٨١

ف = ٢٩٥,٤٠ متراً .

∴ المسافة الأفقية أ جـ = ٢٩٥,٤٠ متراً .

**٢ ـ الوضع بين النقطتين ب ، جـ :**

ث = ١٠٠

هـ = ٣,٢٤ − ٢,٧٨ = ٠,٤٦ متراً .

ن = ٢٠ ′ ١٥°

ف = ث × هـ × جتا² ن

ف = ١٠٠ × ٠,٤٦ × جتا² ٢٠ ′ ١٥°

ف = ١٠٠ × ٠,٤٦ × ٠,٩٣٠٠

ف = ٤٢,٧٨٣ متراً .

∴ المسافة الأفقية ب جـ = ٤٢,٧٨٣ متراً .

المسافة الأفقية أ ب = أ جـ + ب جـ

= ٢٩٥,٤٠ + ٤٢,٧٨٣

= ٣٣٨,١٨٣ متراً

## ثانياً : طريقة قوانين حساب المثلثات

توظف قوانين الظلال فى حساب المثلثات فى قياس المسافات بطريقة غير مباشرة . وتجرى عملية القياس بإستخدام جهاز تاكيومتر أو جهاز تيودوليت وقامة ، وتقاس زاويتان من زوايا الإرتفاع أو من زوايا الإنخفاض بين موضع الجهاز وبين موضع القامة وتسجل قراءة الشعرة الوسطى من شعرات حامل الشعرات عند كل زاوية . وتتبع الطرق الرياضية البسيطة الآتية لحساب المسافات الأفقية :

### ١ ــ فى الوضع الأفقى :

- يتم التمركز بجهاز التاكيومتر أو التيودوليت مسامتاً تماماً لإحدى النقطتين المطلوب حساب المسافة بينهما .
- توضع قامة متر رأسية تماماً عند النقطة الثانية .
- يتم التوجيه ورصد القامة متر وتسجيل قراءة الشعرة الوسطى فى الوضع الأفقى ، ثم ترصد القامة متربزاوية إرتفاع أو زاوية إنخفاض وترصد قراءة الشعرة الوسطى على القامة متر .
- تحسب المسافة الأفقية من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

$$ف = \frac{هـ}{ظا ن}$$

حيث :

ف = المسافة الأفقية .

هـ = قراءة الشعرة الوسطى مع زاوية الإرتفاع – قراءة الشعرة الوسطى فى الوضع الأفقى .

أو

هـ = قراءة الشعرة الوسطى فى الوضع الأفقى – قراءة الشعرة الوسطى مع زاوية الإنخفاض .

ن = زاوية الإرتفاع أو زاوية الإنخفاض .

**مثال :**

لقياس البعد بين النقطتين أ ، ب وضع تاكيومتر مسامتاً للنقطة أ وأفقياً وضعت قامة متر رأسية عند النقطة ب فكانت قراءة الشعرة الوسطى على القامة فى الوضع الأفقى ١,٢٣٠ متراً ، ورصدت القامة متر بزاوية إرتفاع مقدارها ١٥´ ١٠° فكانت قراءة الشعرة الوسطى ٣,٦٦ متراً . إحسب المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب .

الحـل :

قراءة الشعرة الوسطى فى الوضع الأفقى = ١,٢٣ متراً .

قراءة الشعرة الوسطى فى الوضع المائل = ٣,٦٦ متراً .

هـ = قراءة الشعرة الوسطى فى الوضع المائل - قراءة الشعرة الوسطى فى الوضع الأفقى

= ٣,٦٦ - ١,٢٣

= ٢,٤٣ متر .

ن = + ١٠° ١٥′

∵ ف = هـ / ظا ن

∴ ف = ٢,٤٣ / ظا ١٠° ١٥′

ف = ٢,٤٣ / ٠,١٨٠٨ = ١٣,٤٤ متراً .

∴ المسافة الأفقية أ ب = ١٣,٣٣ متراً    ( شكل رقم ١٣٨ ـــ أ )

## ٢ ـــ فى الوضع غير الأفقى :

### أ ـــ فى حالة زوايتى إرتفاع أو إنخفاض :

يتم التمركز بجهاز التاكيومتر أو التيودوليت مسامتاً لإحدى النقطتين المطلوب قياس البعد بينهما .

ـــ توضع قامة متر رأسية فوق النقطة الثانية .

ـــ ترصد القامة متر وتسجل زاوية الإرتفاع عن الأفقى ، وقراءة الشعرة الوسطى .

ـــ ترصد القامة متر بزاوية إرتفاع جديدة عن الأفقى ، وقراءة الشعرة الوسطى أى يتم الرصد بزاويتين من زوايا الإرتفاع فى حالة النقط المرتفعة ، أو أن يتم الرصد بزاويتين من زوايا الإنخفاض فى حالة النقط المنخفضة .

— يتم حساب المسافة الأفقية بين النقطتين من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

$$ف = \frac{هـ}{ظا س - ظا ص}$$

حيث :

ف = المسافة الأفقية بين النقطتين .
هـ = الفرق بين قراءتي الشعرة الوسطى .
س = زاوية الإرتفاع أو الإنخفاض الثانية ( الأكبر قيمة ) .
ص= زاوية الإرتفاع أو الإنخفاض الأولى ( الأصغر قيمة ) .

**مثال :**

عند حساب المسافة أ ب وضع تاكيومتر عند النقطة أ ، وقامة متر عند النقطة ب . رصدت القامة متر بزاوية إرتفاع ( أو إنخفاض ) ٣٠′ ٢٥° وكانت قراءة الشعرة الوسطى على القامة ٠,٢٥ متراً ، ورصدت القامة ثانية بزاوية إرتفاع ( أو إنخفاض ) ١٠′ ٣٢° فكانت قراءة الشعرة الوسطى على القامة ٣,١٨ متراً . إحسب المسافة أ ب .

**الحل :**

هـ = ٣,١٨ − ٠,٢٥ = ٢,٩٣ متراً .
س = ± ١٠′ ٣٢°
ص= ± ٣٠′ ٢٥°

$$\because ف = \frac{هـ}{ظا س - ظا ص}$$

$$\therefore ف = \frac{٢,٩٣}{ظا ١٠′ ٣٢° - ظا ٣٠′ ٢٥°}$$

$$\therefore ف = \frac{٢,٩٣}{٠,٦٢٨٩ - ٠,٤٧٦٩} = \frac{٢,٩٣}{٠,١٥٢}$$

∴ ف = ١٩,٢٧٦ متراً .

∴ المسافة الأفقية أ ب = ١٩,٢٧٦ متراً ( شكل رقم ١٣٨ — ب )

**ب — فى حالة زاوية إرتفاع وزاوية إنخفاض :**

— يتم التمركز بجهاز التاكيومتر أو التيودوليت مسامتاً لإحدى النقطتين المطلوب قياس البعد بينهما .

— ترصد القامة متر وتسجل زاوية الإرتفاع عن الوضع الأفقى ، وقراءة الشعرة الوسطى على القامة .

— ترصد القامة متر وتسجل زاوية الإنخفاض عن الوضع الأفقى ، وقراءة الشعرة الوسطى على القامة .

— يتم حساب المسافة الأفقية بين النقطتين من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

$$ف = \frac{هـ}{ظا س + ظا ص}$$

حيث :

ف = المسافة الأفقية بين النقطتين .

هـ = الفرق بين قراءتى الشعرة الوسطى .

س = زاوية الإرتفاع .

ص = زاوية الإنخفاض .

**مثال :**

عند قياس البعد أ ب تاكيومترياً وضع الجهاز مسامتاً للنقطة أ ورصدت القامة متر عند نقطة ب بزاوية إرتفاع ١٠′ ٥° ، وكانت قراءة الشعرة الوسطى ٣,١٠ متراً ، ورصدت القامة متر ثانية وزاوية إنخفاض ٢٥′ ٢° وكانت قراءة الشعرة الوسطى ٠,٩٥ متراً . إحسب المسافة الأفقية بين كل من أ ، ب . .

**الحل :**

هـ = ٣,١٠ − ٠,٩٥ = ٢,١٥ متراً .

س = ١٠′ ٥°

ص = ٢٥′ ٢°

$$\because \text{ف} = \frac{\text{هـ}}{\text{ظا س} + \text{ظا ص}}$$

$$\text{ف} = \frac{٢,١٥}{\text{ظا } ١٠' \ ٥^\circ + \text{ظا } ٢٥' \ ٢^\circ}$$

$$\text{ف} = \frac{٢,١٥}{٠,٠٩٠٤ + ٠,٠٤٢٢}$$

$$\text{ف} = \frac{٢,٢١٥}{٠,١٣٢٦} = ١٦,٢١ \text{ متراً}$$

∴ المسافة الأفقية بين أ ، ب = ١٦,٢١ متراً ( شكل رقم ١٣٨ ـــ جـ )

**مثال :**

عند قياس البعد أ ب تاكيومترياً تم وضع جهاز التاكيومتر فى نقطة جـ على إمتداد الخط بين كل من أ ، ب .

عند الرصد على القامة متر عند النقطة أ تم رصد زاوية إرتفاع مقدارها ١٢′ ١° ، وقراءة الشعرة الوسطى ١,٠٤ متراً ، وزاوية إرتفاع أخرى ٣٥′ ٢° ، وقراءة الشعرة الوسطى ٣,٧٥ متراً .

وعند الرصد على القامة متر عند النقطة ب تم رصد زاوية إرتفاع مقدارها ٤٥′ ١° ، وقراءة الشعرة الوسطى ٢,٣٣ متراً ، وزاوية إنخفاض ١٠′ ٢° ، وقراءة الشعرة الوسطى ٠,٦٥ متراً .

إحسب البعد بين النقطتين أ ، ب .

الحل :

∵ الجهاز يقع على إمتداد الإتجاه بين النقطتين أ ، ب .

∴ البعد أ ب = البعد جـ أ + البعد جـ ب

**أولاً : البعد جـ أ :**

هـ = ٣,٧٥ − ١,١٠٤ = ٢,٧١ متراً .

س = ٣٥َ ٢°

ص = ١٢َ ١°

، ف = $\frac{\text{هـ}}{\text{ظا س} - \text{ظا ص}}$

∴ = $\frac{٢,٧١}{\text{ظا } ٣٥' ٢° - \text{ظا } ١٢' ١°}$

ف = $\frac{٢,٧١}{٠,٠٤٥١ - ٠,٠٢٠٩}$

ف = $\frac{٢,٧١}{٠,٠٢٤٢}$ = ١١١,٩٨ متراً

∴ المسافة الأفقية جـ أ = ١١١,٩٨ متراً

**ثانياً : البعد جـ ب :**

هـ = ٢,٣٣ − ٠,٦٥ = ١,٦٨ متراً

س = ٤٥َ ١°

ص = ١٠َ ٢°

ف = $\frac{\text{هـ}}{\text{ظا س} + \text{ظا ص}}$ .

ف = $\frac{١,٦٨}{\text{ظا } ٤٥' ١° + \text{ظا } ١٠' ٢°}$

$$ف = \frac{١,٦٨}{٠,٠٣٧٨ + ٠,٠٣٠٥}$$

$$ف = \frac{١,٦٨}{٠,٠٦٠٣} = ٢٧,٨٦٠$$ متراً

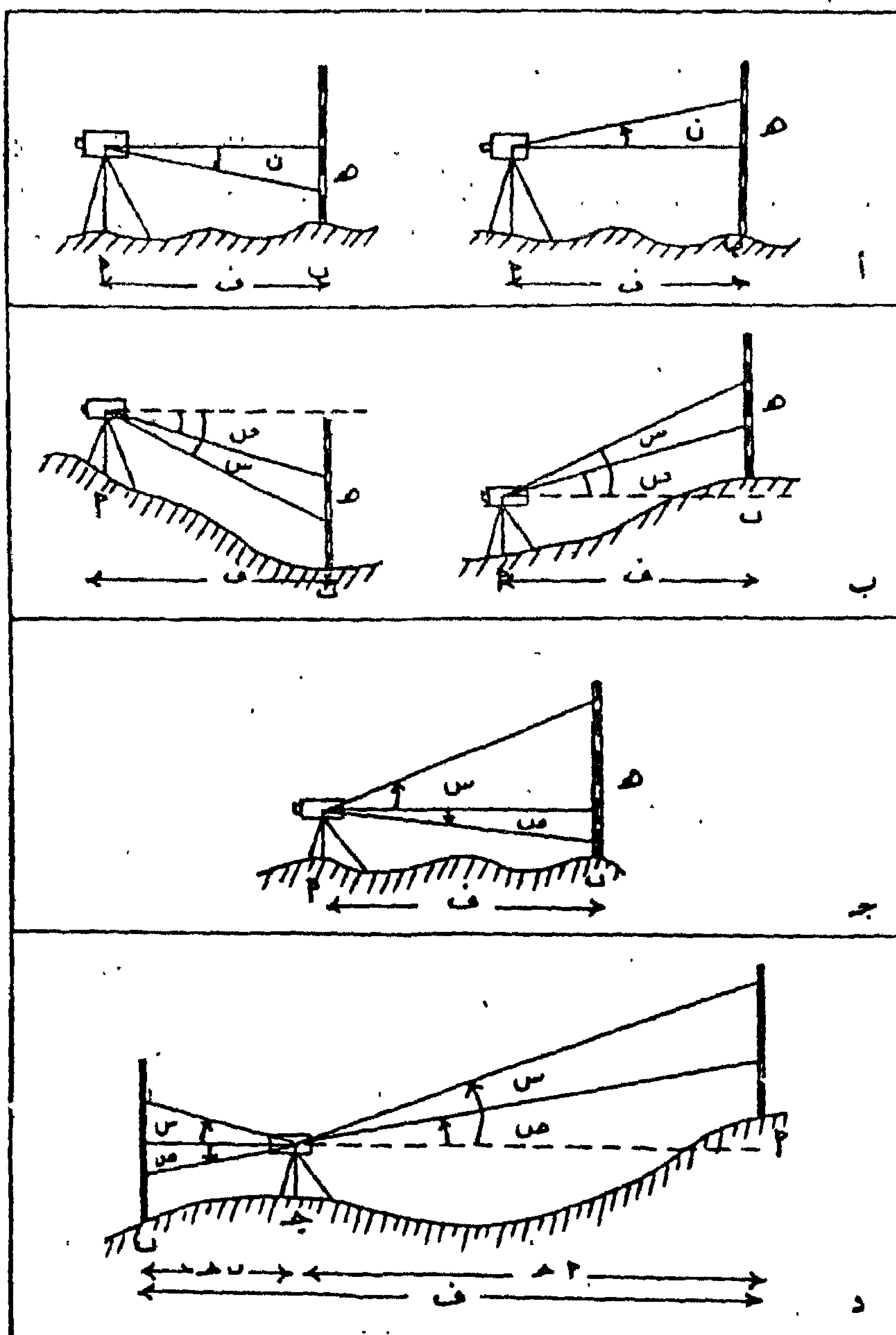
∴ المسافة الأفقية جـ ب = ٢٧,٨٦ متراً

∴ المسافة الأفقية أ ب = جـ أ + جـ ب

= ١١١,٩٨ + ٢٧,٨٦

= ١٣٩,٨٤ متراً

**( شكل رقم ١٢٨ ـــ د )**



( شكل رقم ١٣٨ )
قياس الأبعاد بطريقة قانون ظل الزاوية

## ثالثاً : جهاز قياس المسافات التيليتوب

يستخدم جهاز التيليتوب فى إيجاد المسافات على الطبيعة بطريقة مباشرة وتعتمد فكرة عمل الجهاز على طريقة حساب المثلثات . ويتميز جهاز التيليتوب بسهولة الإستخدام ، وإن كان يقلل من العمليات الحسابية بعد عملية الرصد إلا أنه يعيبه قياس المسافات على المائل ، ومن ثم يلزم عملية تصحيح القياسات المائلة للحصول على المسافات الأفقية .

**تركيب جهاز التيليتوب :**

يتركب جهاز التيليتوب فى أبسط صوره المستخدمة من الأجزاء الآتية :

١ ــ ذراع على شكل متوازى مستطيلات بطول ٣٠ سنتيمتراً مقسمة إلى ٣٠٠ ملليمتراً مثبتة داخل علبة المناشير الزجاجية التى تنعكس خلالها الاشعة .

٢ ــ ينزلق على الذراع علبة بداخلها منشور زجاجى تتحرك على الذراع أفقياً .

٣ ــ الجهاز مزود بمنظار تليسكوبى يتصل بعلبة المناشير الزجاجية التى تسمح لاشعة النظر أن تنعكس بداخلها لرصد الهدف المساحى .

٤ ــ منشور زجاجى متصل بعلبة المناشير الزجاجية معلوم ظل زاوية إنكسار الاشعة التى تمر من خلاله . يتناسب ظل المنشور الزجاجى هذا مع المسافة التى يمكن قياسها بإستخدام الجهاز ، ويمكن إستبداله بغيره تبعاً للمسافة المطلوب قياسها .

٥ ــ قرص رأسى مدرج لتقدير زوايا الإرتفاع أو الإنخفاض عند الرصد على الأهداف المساحية لتقدير زاوية الميل التى على أساسها يتم تعديل المسافات المقاسة بإستخدام جهاز التيليتوب .

٦ ــ بوصلة منشورية مثبتة على علبة المناشير لقياس الإنحرافات المغناطيسية للأضلاع المقاس أطوالها .

٧ ــ مقبض خشبى لتحريك الجهاز حركة رأسية حول محور القرص الرأسى المدرج للرصد على الأهداف التى تميل عن المستوى الأفقى .

٨ ــ ميزان تسوية لضبط أفقية الجهاز عند الرصد فى الوضع الأفقى .

٩ ــ حامل ثلاثى الأرجل لتثبيت الجهاز عند الرصد ، وخيط شاغول لإجراء عملية التسامت فوق المنطقة التى يتمركز فوقها الجهاز لبدء عملية قياس المسافات .

١٠ــ جهاز التيليتوب مزود بعدد من المناشير لكل منها قدرة تبعاً لقيمة ظل زاوية إنكسار الاشعة التى تمر خلال كل منها تتناسب مع المسافات المطلوب قياسها وموضح على كل منها ظل زاويته والمدى الذى يقيس إليه ، وعددها أربعة مناشير إلى جانب المنشور المثبت بعلبة المناشير بجهاز التيليتوب وظل كل منها ومداه موضح بالجدول الآتى :

| ظل زاوية إنكسار الاشعة | مدى القدرة على القياس | الخطأ المحتمل ٪ |
|---|---|---|
| ١ : ١٠٠ | ٣٠ متراً فأقصر | ٪ ٠,٢ |
| ١ : ٢٥٠ | ٧٥ متراً فأقصر | ٪ ٠,٣ |
| ١ : ٥٠٠ | ١٥٠ متراً فأقصر | ٪ ٠,٥ |
| ١ : ١٠٠٠ | ٢٠٠ متراً فأقصر | ٪ ١,٠ |
| ١ : ٢٠٠٠ | ٥٠٠ متراً فأقصر | ٪ ٣,٠ |

ويتضح من الجدول أن مدى القياس بجهاز التيليتوب لا يتجاوز ٥٠٠ متراً ، ومن ثم فإن جهاز التيليتوب يصلح لقياس المسافات حتى نصف كيلومتر وكلما كانت المسافات قصيرة كلما قلت نسبة الخطأ المحتمل فى طول الخط المقاس .

**طريقة قياس المسافات بجهاز التيليتوب :**

ــ يحدد طرف الخط المطلوب قياسه بعلامة مساحية ( شاخص ) .

ــ تحدد المسافة التقريبية للخط ، ثم يثبت المنشور الذى يتناسب ظل إنكسار الاشعة خلاله فى مكانه فوق علبة المناشير بجهاز التيليتوب .

— يتم التمركز بجهاز التيليتوب بحامله ذو الثلاث شعب مسامتاً للنقطة المحددة لبداية الخط ، وتضبط أفقيته بواسطة ميزان التسوية مع قراءة الزاوية على القرص الرأسى لتأكيد الأفقية .

— يتم التوجيه إلى الشاخص المثبت عند نهاية الخط المطلوب قياس طوله توجيهاً أولياً ، فتظهر للشاخص صورتان غير متكاملتان .

— يتم التوجيه الدقيق بتحريك المنشور المنزلق على ذراع جهاز التيليتوب حتى تظهر صورتا الشاخص يكمل بعضها البعض .

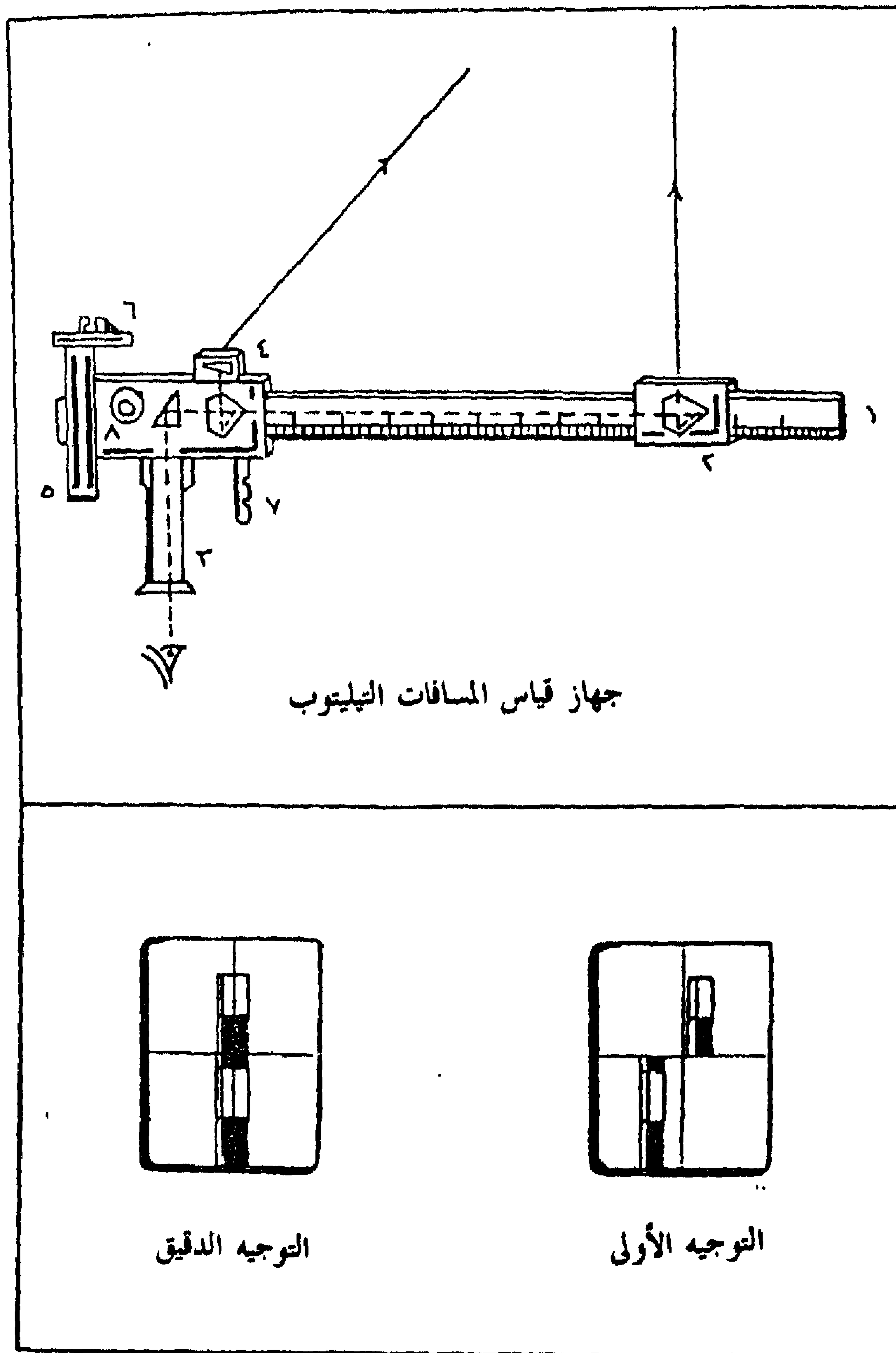
— يقرأ التدريج المحدد على المسطرة فيما بين علبة المناشير وبين الموضع الجديد للمنشور المنزلق فتكون هى المسافة المائلة بين موضع جهاز التيليتوب وبين الشاخص ، أى المسافة المطلوب قياسها فى الوضع المائل .

— تقرأ زاوية ميل الجهاز على القرص الرأسى .

— تعدل المسافة المقاسة فى الوضع المائل إلى المسافة الأفقية المناظرة بإستخدام العلاقة الرياضية البسيطة :

المسافة الأفقية = المسافة المقاسة فى الوضع المائل × جتا زاوية الميل .

( شكل رقم ١٣٩ )




( شكل رقم ١٣٩ )
جهاز قياس الأبعاد التيليتوب

# الفصل السادس

# الميزانيـــــة

## خامساً : الميزانية

تعتبر الميزانية اسلوباً من أساليب العمل المساحى الذى يهتم بقياس البعد الثالث أى إرتفاع وإنخفاض الظواهر الجغرافية عن بعضها البعض ، أو نسبة لمستوى مقارنة ثابت هو متوسط منسوب سطح البحر . ويقصد بمنسوب النقطة البعد الرأسى بين هذه النقطة وبين مستوى المقارنة .

**أدوات إجراء الميزانية :**

**أولاً : جهاز الميزان :**

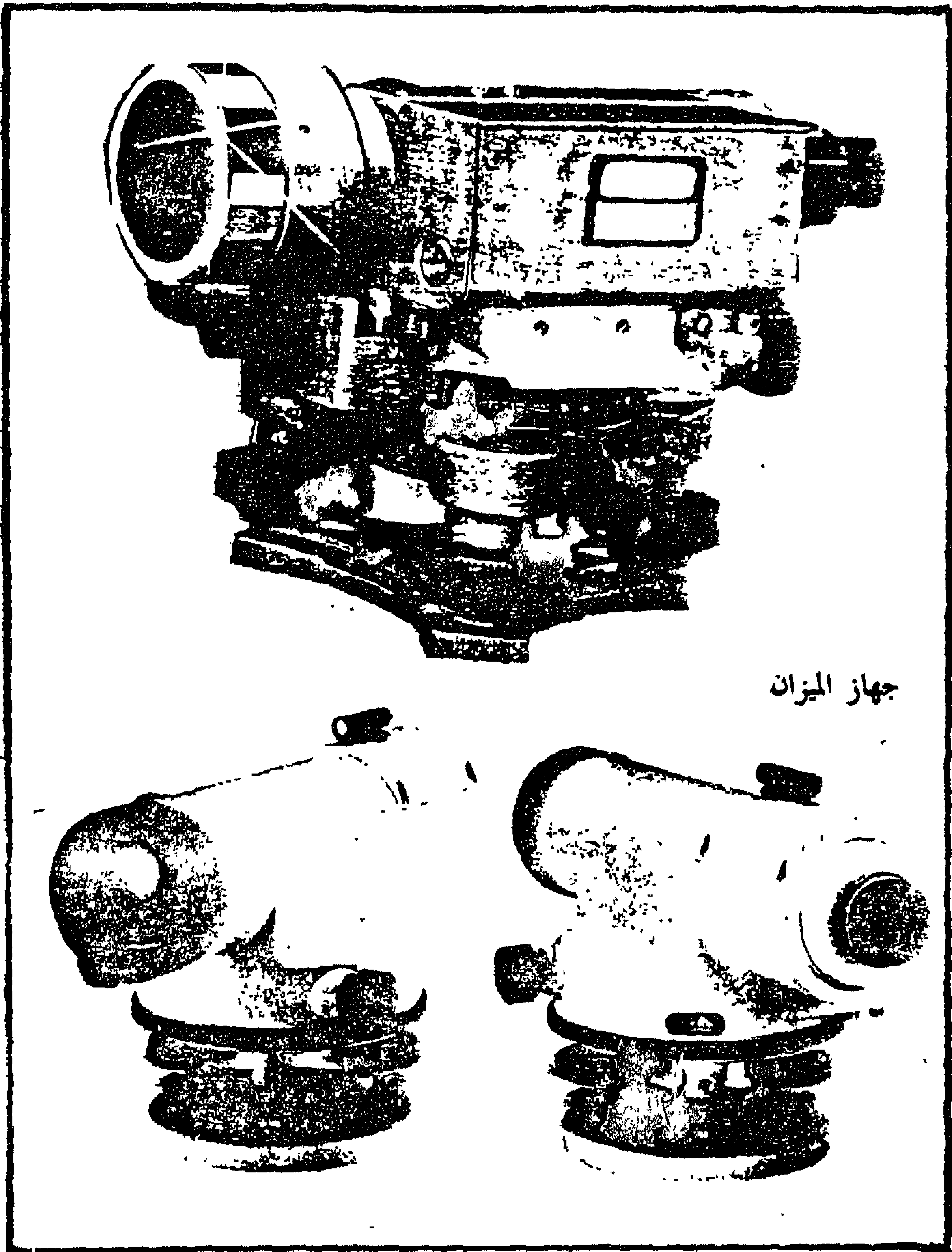
جهاز الميزان هو جهاز يمكن من الحصول على مستوى أفقى موازى تماماً لمستوى المقارنة . وبه منظار مزود بأدوات للتوجيه الخاجى وأخرى للتوجيه الدقيق الداخلى بواسطة حامل الشعرات ، والجهاز فى أبسط صورة يثبت على قاعدة تضم مساميراً للتسوية وعدداً من موازين ضبط التسوية الدائرية والطولية لضمان الحصول على مستوى أفقى تماماً . وأجهزة الميزان مجهزة للحركة الأفقية فقط ، السريعة للتوجيه الأولى ، والبطيئة للتوجيه الدقيق .

وتزود أجهزة الميزان بقرص أفقى مدرج إلى ٣٦٠ درجة وأقسامها يفيد فى قياس الزوايا الأفقية بدقة تصل إلى ٢٠ دقيقة أحياناً ، وذلك كإضافة للجهاز قد تكون ضرورية عند الرفع المساحى . ( شكل رقم ١٤٠ ) .

**ويتركب الميزان فى أبسط صورة من :**

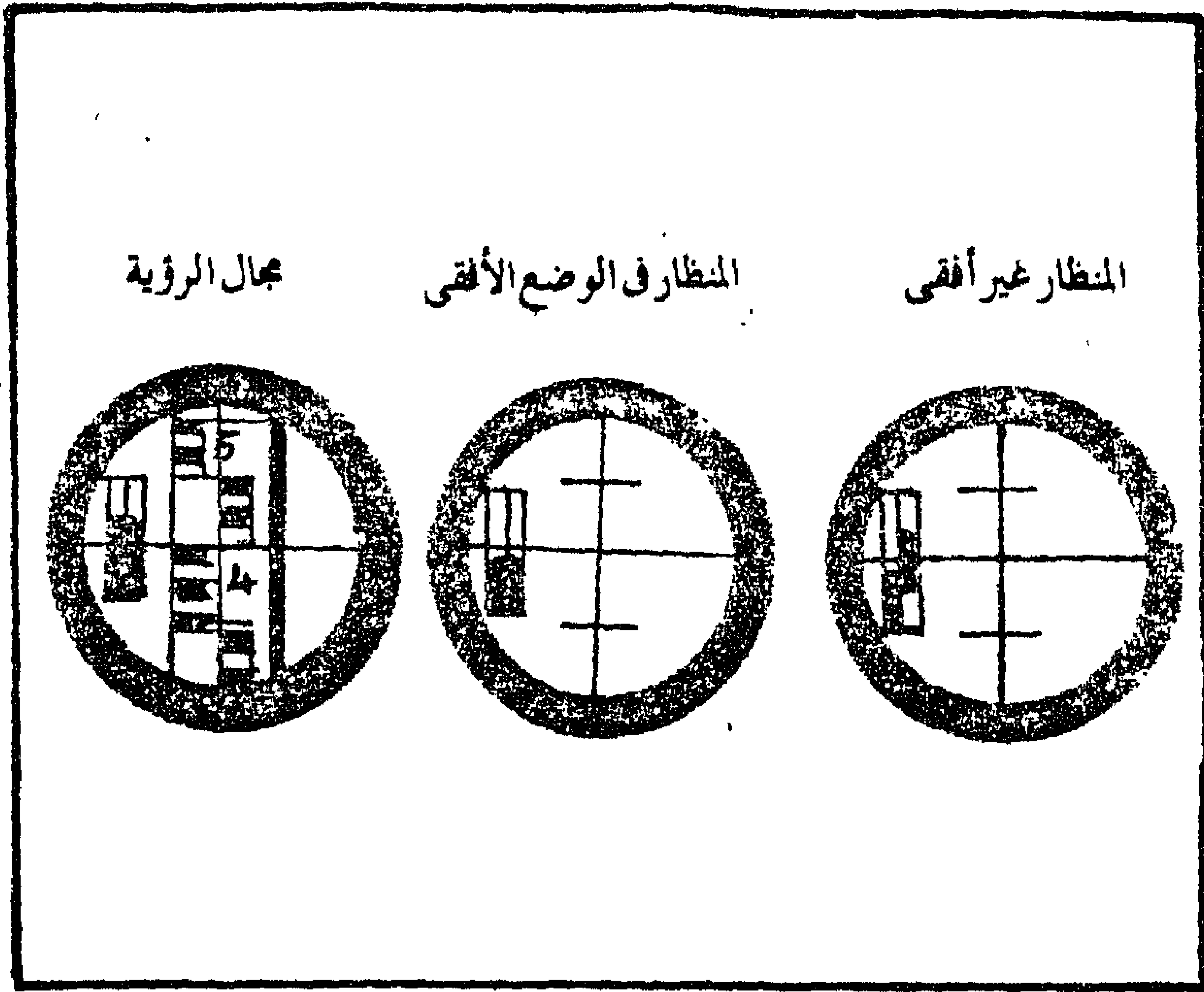
أ ـ منظار تلسكوبى مزود بعدسات للتكبير مما يمكن من الرصد على مسافات طويلة . ويتحرك المنظار فوق القاعدة حركة أفقية دائرية على قوس مدرج تدريجاً بسيطاً للزوايا درجات وأنصاف الدرجات . ويتحكم فى حركة المنظار مسمار للحركة السريعة ، يتعامد عليه مسمار آخر للحركة البطيئة .

ب ـ المنظار مزود بعدد من العدسات الداخلية يتحكم فيها مسمار التطبيق المركب فى قصبة المنظار ، يستخدم فى توضيح صورة القامة متر عند الرصد عليها .




( شكل رقم ١٤٠ )

جهاز الميزان




( شكل رقم ١٤١ )
حامل الشعرات وميزان التسوية الداخلى

جـ ـ المنظار مزود بعدسة عينية أمامها داخل المنظار حامل الشعرات الذى يستخدم فى التوجيه بدقة على القامة بحيث تقطع الشعرة الرأسية القامة رأسياً ، على حين تقطع الشعرة الوسطى القامة أفقياً لتحديد قراءة القامة عند هذه النقطة .

وعلى حامل الشعرات شعرتين أفقيتين قصيرتين هما شعرتى الأستاديا ، وهما الشعرة العليا والشعرة السفلى ، وتستخدمان فى التأكيد من أن القامة متر مثبتة فوق النقطة فى وضع رأسى تماماً . ( شكل رقم ١٤٠ ) .

د ـ المنظار مزود بميزان تسوية داخلى لضبط أفقية خط النظر ، ويتم ضبط أفقية ميزان التسوية الداخلى بواسطة مسمار خاص بحيث تظهر صورة

فقاعة الميزان وقد إنطبقت فوق بعضها البعض مكونة قوساً كاملاً . ( شكل رقم ١٩٠ ) .

هـ ـــ قاعدة الميزان وبها ميزان دائرى للتسوية ، ومزودة بثلاثة مسامير للتسوية .

و ـــ حامل ثلاثى له شعب ثلاثة منزلقة .

**ثانياً : القامة متر :**

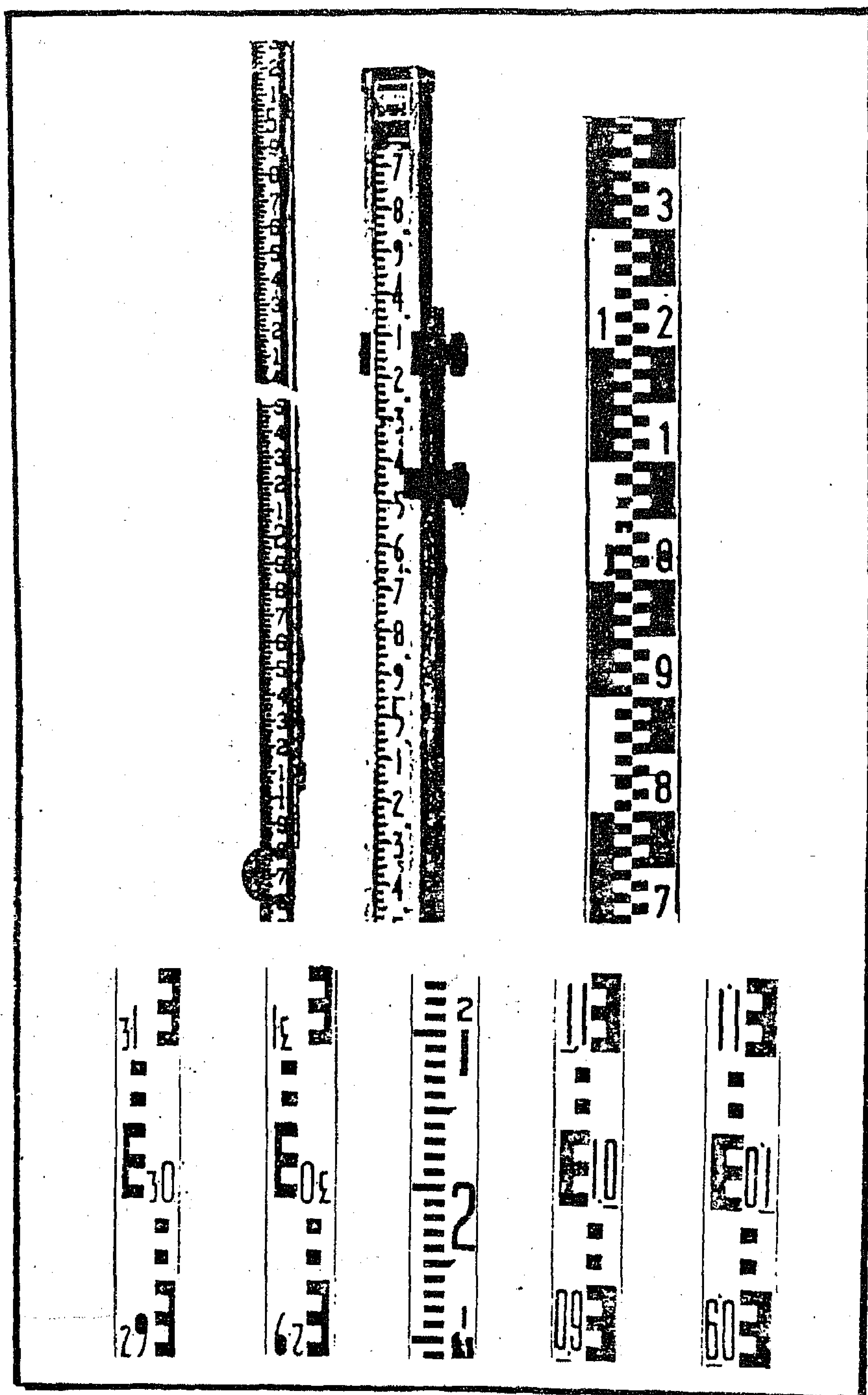
القامة عبارة عن مسطرة مصنعة من الخشب أو الألومنيوم بأطوال مختلفة ، والمتعارف عليه هو ٤ أمتار . والقامة مدرجة إلى وحدات القياس الطولى السنتيمترات والديسيمترات والأمتار .

والقامة المعتادة مقسمة إلى أربعة أقسام رئيسية كل منها بطول متر واحد ، كل متر مقسم إلى عشرة أقسام كل قسم منها بطول ديسيمتر واحد ، كل ديسميتر مقسم إلى عشرة أقسام كل منها بطول قدره سنتيمتر .

وتظهر السنتيمترات على القامة فى شكل مستطيلات باللونين الأبيض والأحمر تتبادل مواقعها كل خمس سنتيمترات لتيسير عملية القراءة على القامة يتكرر ذلك فى كل ديسيمتر واحد . وتظهر الديسيمترات مرقمة فى المتر الأول بأرقام من صفر إلى ٩ فى كل متر من أمتار القامة ، على حين تظهر الأمتار المقطوعة من القامة على شكل دائرة سوداء مطموسة تميز كل ديسيمتر فى المتر الثانى ، ودائرتين تميز كل ديسيمتر فى المتر الثالث ، وثلاث دوائر لتمييز كل ديسيمتر فى المتر المربع . ( شكل رقم ١٤٢ ) .

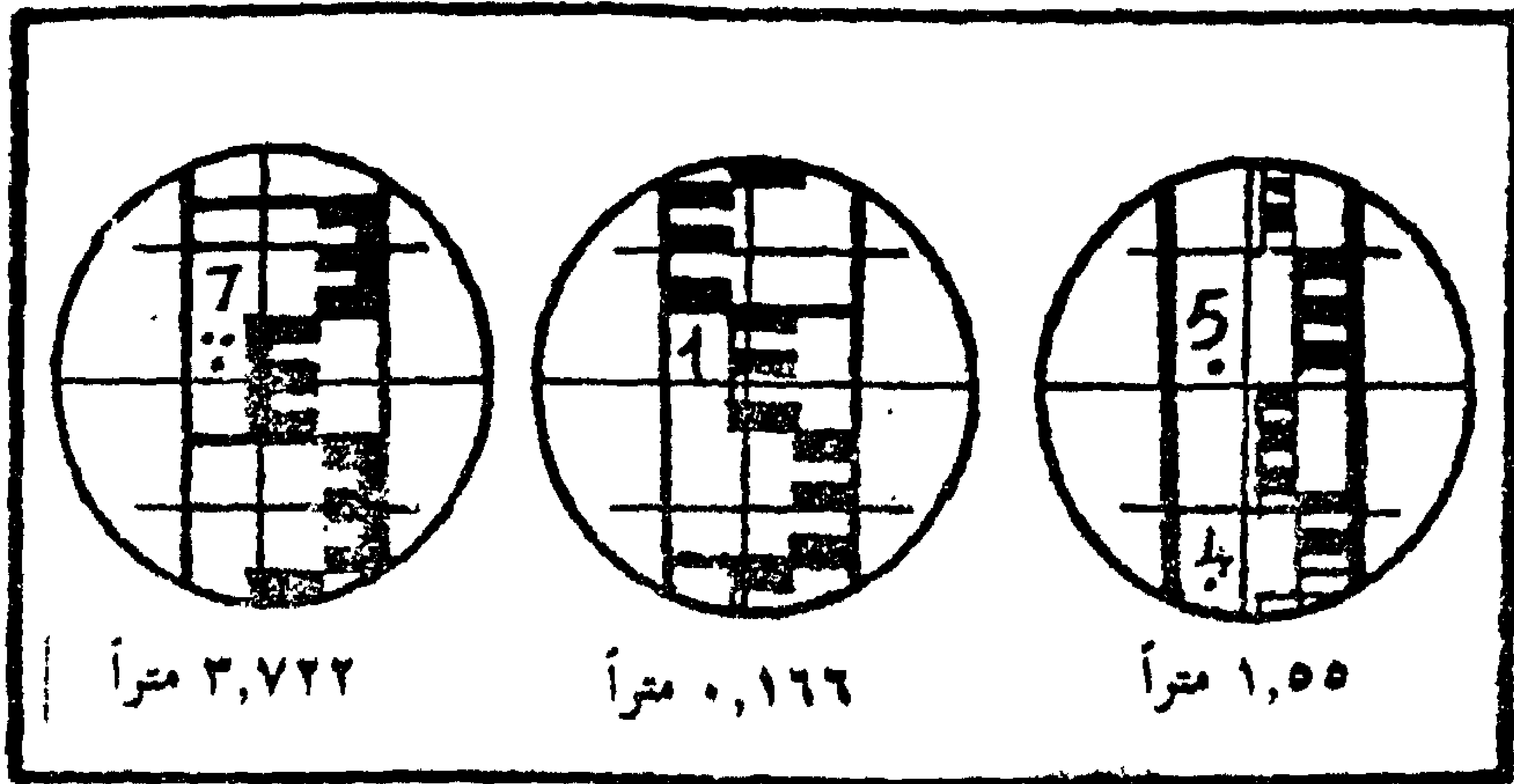
**قراءة القامة :**

يتم قراءة التدريج المدون على القامة فى موضع تقاطع الشعرة الوسطى لحامل الشعرات فى الميزان الذى يوضح الجزء المقطوع من القامة ، وتكون القراءة بتحديد الأمتار المقطوعة من واقع عدد الدوائر المطموسة السوداء ، ثم يقرأ الرقم الذى يدل على الديسيمتر ، ثم تحدد المستطيلات التى تدل على عدد السنتيمترات الصحيحة . ويتم تقدير الجزء من السنتيمتر بمعرفة الراصد . ( شكل رقم ١٤٣ ) .



( شكل رقم ١٤٢ )

بعض أنواع القامة متر




( شكل رقم ١٤٣ )
قراءة القامة متر

وتتنوع القامات ما بين القامة المطوية والتلسكوبية أو المنزلقة وجميعها تتفق فى أسلوب التدريج ، وتختلف فى الشكل ، بما يسهل عملية نقلها وحفظها . فالقامة المطوية عبارة عن قسمين كل منهما بطول ٢ متر وتطوى فوق بعضها البعض فى حالة عدم الإستخدام ، والقامة المنزلقة عبارة عن أقسام تنزلق داخل بعضها البعض .

## طرق إجراء الميزانية

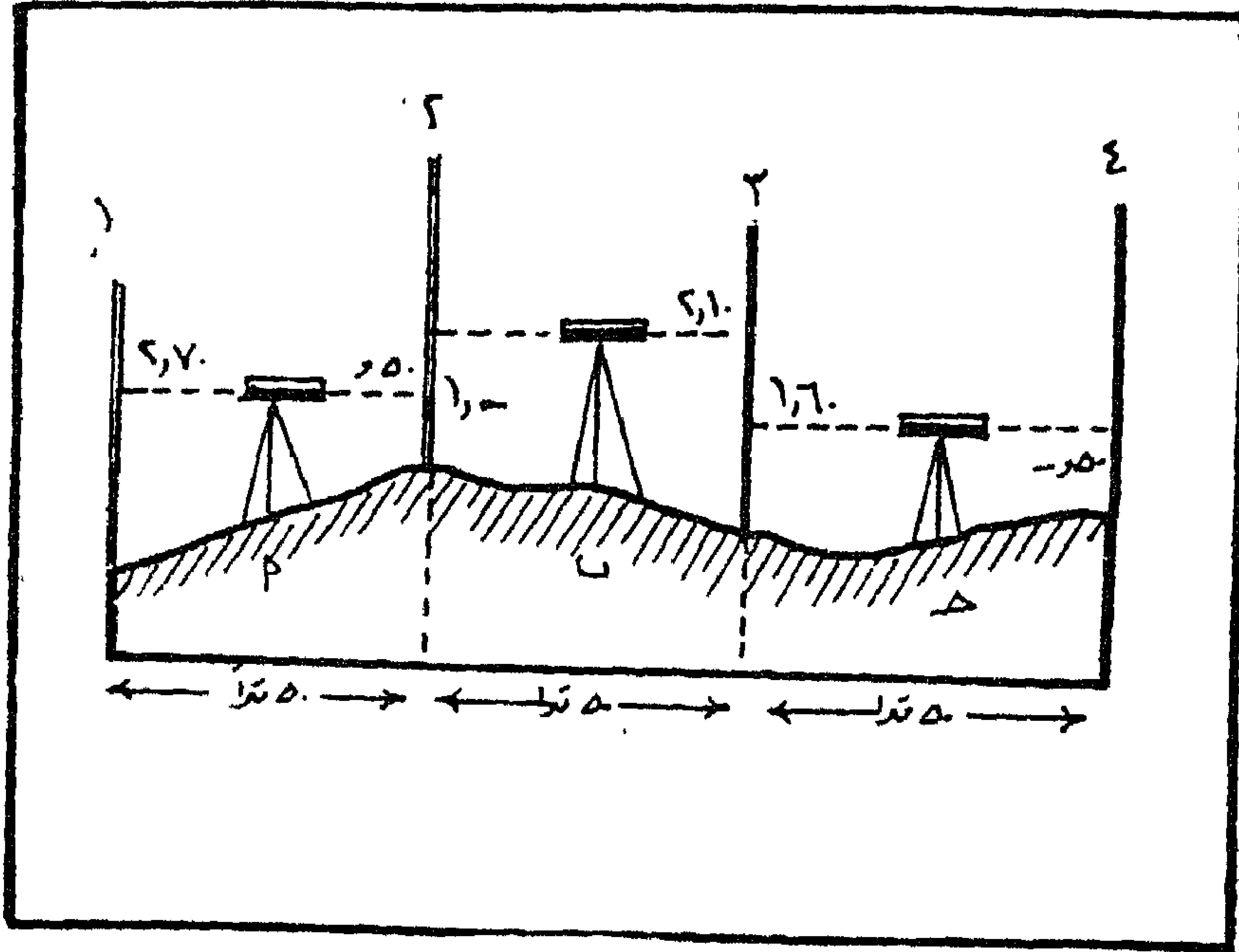
### أولاً : الميزانية الطولية :

تستخدم هذه الطريقة لإيجاد مناسيب النقط على إمتداد محاور الظواهر التى تمتد إمتداداً طولياً مثل المجارى النهرية والطرق . ويتم إجراء الميزانية بتحديد نقط على طول إمتداد محور الظاهرة على مسافات متساوية يرسم لها كروكى وترقم أو تميز بحروف الهجاء ، ويعد فى دفتر الحقل جدول ميزانية مقسم على النحو الآتى :

| رقم النقطة | القراءات | | | طريقةالعمل الحسابى | المنسوب | المسافة |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | مؤخرة | متوسطة | مقدمة | | | |
| | | | | | | |

## ١ ــ العمل المساحى :

قبل بدء العمل المساحى يقوم الجغرافى بمراجعة الأجهزة اللازمة لإجراء الميزانية ( الميزان ــ القامة ) والتأكد من صلاحيتها قبل الإنتقال إلى الحقل . ولإجراء الميزانية الطولية تتبع الخطوات الآتية :




( شكل رقم ١٤٤ )

**الميزانية الطولية الدقيقة**

١ ــ يبدأ الجغرافى فى وضع جهاز الميزان فى موقع فيما بين أول نقطة من نقط الميزانية وبين النقطة الثانية ويفضل أن تكون نقطة موضع الجهاز فى موقع متوسط مثل النقطة أ .

١ ــ يتم ضبط أفقية الجهاز خارجياً بإستخدام مسامير ضبط الأفقية وميزان التسوية الدائرى الملحق بقاعدة الجهاز .

٣ ــ يقف المساعد عند أول نقطة ولتكن النقط ( ١ ) ويضع القامة فى وضع قائم تماماً .

٤ ــ يقوم الجغرافى بالتوجيه نحو القامة الموجودة عند النقطة رقم ( ١ ) بإستخدام مسمار الحركة السريعة ثم يضبط الشعرة الرأسية بحيث تتوسط القامة بإستخدام مسمار الحركة البطيئة .

٥ ــ بعد توضيح الصورة وقبل القراءة على القامة مباشرة يتم ضبط ميزان التسوية الداخلى بحيث تظهر فقاعة الميزان على شكل نصف دائرة .

٦ ــ يقرأ الجغرافى قراءة القامة ويسجلها فى جدول الميزانية فى دفتر الحقل فى خانة المؤخرات أمام النقطة رقم ١ .

٧ ــ ينتقل المساعد بالقامة إلى النقطة رقـ ... ـع ثبات الجهاز فى موقعه ويضع القامة فوقها رأسية تماماً

٨ ــ يقوم الجغرافى بتوجيه منظار الميزان نحو القامة وقبل قراءة القامة يعيد ضبط ميزان التسوية الداخلى ثم يقرأ قراءة القامة ويسجلها فى جدول الميزانية أمام النقطة رقم ٢ فى خانة المقدمات .

٩ ــ بهذه الخطوة تنتهى الميزانية البسيطة ، ويمكن معرفة فرق المنسوب بين النقطة ١ وبين النقطة ٢ . ولإستمرار العمل ورفع مناسيب بقية النقط تجرى ميزانية جديدة بوضع جديد للميزان . ولأن العمل متصل فيتم ربط الميزانية الأولى بالميزانية الثانية بالرصد ثانية من الوضع الجديد على نقطة نهاية الميزانية الأولى ومن ثم تعرف الميزانية فى هذه الحالة بالميزانية المتسلسلة .

١٠ــ ينقل الجهاز إلى موضعه الجديد ب فى موقع متوسط بين النقطة ٢ والنقطة ٣ وتضبط أفقيته .

١١ــ يظل المساعد فى موقعه عند النقطة رقم ٢ ويدير وجه القامة فقط فى إتجاه الميزان .

١٢ــ يقوم الجغرافى بضبط التسوية الداخلية وقراءة القامة عند النقطة رقم ٢

وتسجيلها أمام النقطة رقم ٢ فى خانة المؤخرات على سطر واحد مع القراءة السابقة التى سجلها عند هذه النقطة فى خانة المقدمات .

وتعرف هذه النقطة رقم ٢ بنقطة الدوران ويدون ذلك فى خانة الملاحظات أمام النقطة .

١٣ـ ينتقل المساعد بالقامة ليقف بها رأسية تماماً فوق النقطة رقم ٣ ويقوم الجغرافى بالتوجيه عليها وضبط التسوية الداخلية وقراءة القامة وتسجيلها أمام النقطة رقم ٣ فى خانة المقدمات .

١٤ـ تكرر نفس الخطوات على طول إمتداد خط الميزانية الطولية حتى النقطة الأخيرة التى يكون تسجيلها فى خانة المقدمات بالجدول .

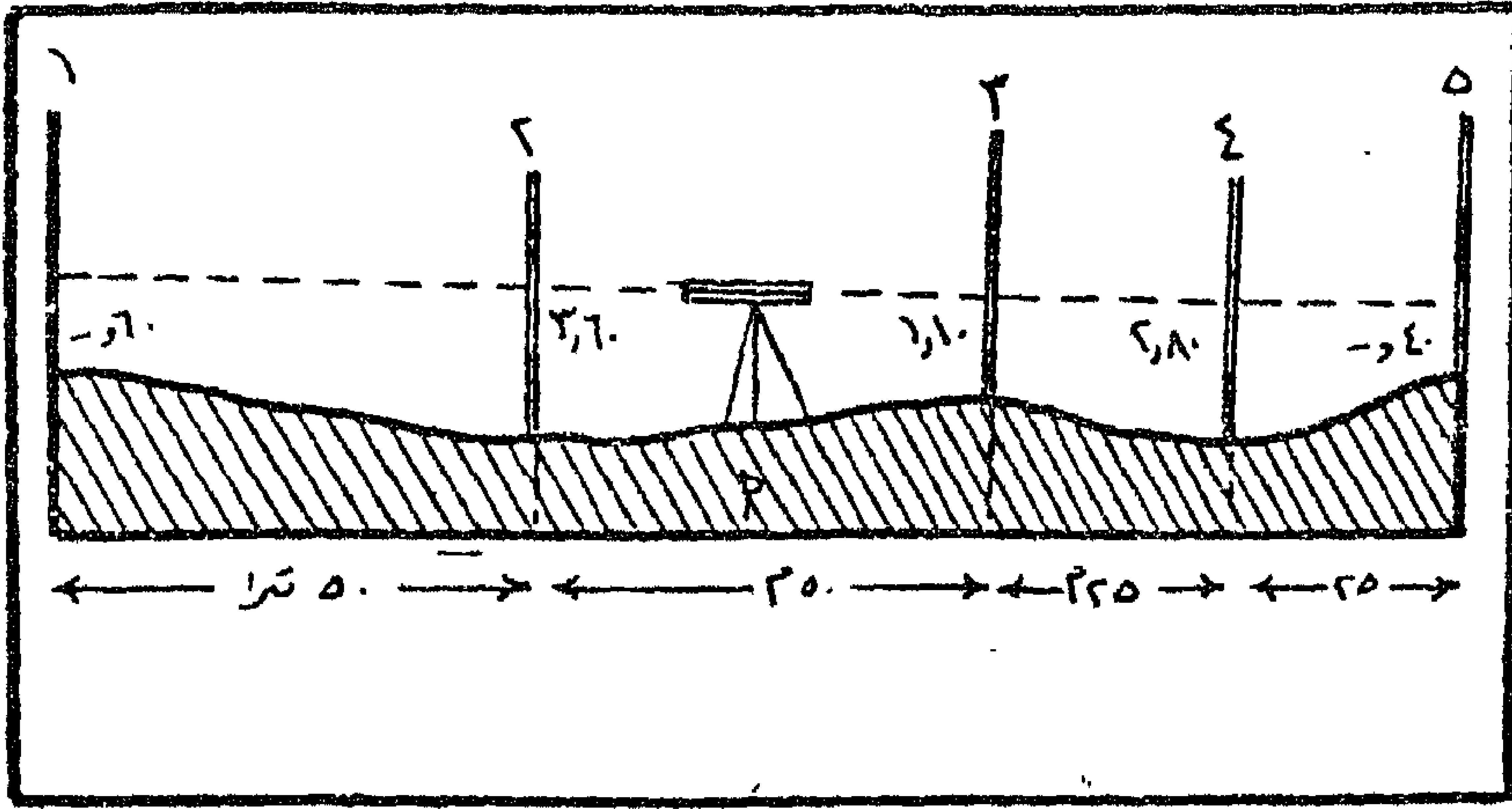
١٥ـ ويلاحظ أن الميزانية بدأت بمؤخرة وانتهت بمقدمة سواء البسيطة منها أو المتسلسلة .

١٦ـ ويصبح جدول الميزانية على الصورة الآتية :

| رقم النقطة | القراءات مؤخرة | متوسطة | مقدمة | المنسوب | المسافة | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢,٧٠ | | ٠,٠٠ | | ٠ | بداية الميزانية |
| ٢ | ١,٠٠ | | ٠,٥٠ | | ٥٠ | نقطة دوران |
| ٣ | ١,٦٠ | | ٢,١٠ | | ١٠٠ | نقطة دوران |
| ٤ | ٠,٠٠ | | ٠,٥٠ | | ١٥٠ | نهاية الميزانية |

إجراء الميزانية بالصورة السابقة يجعلها ميزانية دقيقة جميع أرصادها تمت عن طريق المؤخرات والمقدمات . ( شكل رقم ١٤٤ ) .

ويمكن أن تجرى الميزانية بحيث يتم قراءة القامة على عدد من النقط بين نقطة البداية ( المؤخرة ) وبين نقطة نهايتها ( المقدمة ) من وضع واحد للميزان ، وتسجل قراءات القامة فى هذه الحالة أمام النقط فى خانة المتوسطات .




( شكل رقم ١٤٥ )

الميزانية الطولية مع نقط المتوسطات

أ — فى الميزانية المتسلسلة تم وضع الميزان فوق النقطة أ وتم رصد القامة من هذا الوضع عند النقط ( ١ ) مؤخرة ، ٢ ، ٣ ، ٤ متوسطات والنقطة رقم ٥ مقدمة .

ب — ويكون التسجيل فى جدول أرصاد الميزانية على الصورة الآتية :

| رقم النقطة | القراءات | | | المنسوب | المسافة | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | مؤخرة | متوسطة | مقدمة | | | |
| ١ | ٠,٦٠ | ٠,٠٠ | ٠,٠٠ | | ٠ | |
| ٢ | ٠,٠٠ | ٣,٦٠ | ٠,٠٠ | | ٥٠ | |
| ٣ | ٠,٠٠ | ١,١٠ | ٠,٠٠ | | ١٠٠ | |
| ٤ | ٠,٠٠ | ٢,٨٠ | ٠,٠٠ | | ١٢٥ | |
| ٥ | ٠,٠٠ | ٠,٠٠ | ٠,٤٠ | | ١٥٠ | |

## ٢ ــ العمل المكتبى .

يتم فى العمل المكتبى التعامل مع الأرصاد الحقلية لقراءات القامة عند النقط المطلوب معرفة مناسيبها . ويلزم لذلك معرفة منسوب أى نقطة من نقط الميزانية .

### ــ منسوب النقطة المعلومة :

حتى تصبح المناسيب التى نحصل عليها من عملية الميزانية موضحة لمقدار إرتفاع وإنخفاض النقط عن منسوب مستوى المقارنة فلا بد من إجراء ميزانية من النقطة المتفق عليها لتكون على منسوب صفر وهو متوسط منسوب سطح البحر . ويعنى ذلك أن كل عملية ميزانية تتطلب البدء من هذه النقطة ، ومن الواضح تعذر ذلك لما يتطلبه من جهد ووقت وتكلفة . ومن ثم تم الإتفاق على أن يبدأ العمل المساحى الأول من عند هذه النقطة ، وأن تحدد مجموعة من النقط التى حسبت مناسيبها تمثل نقط بدايات لأى عمل مساحى . وتثبت هذه النقط بعلامات مساحية تعرف بالروبيرات .

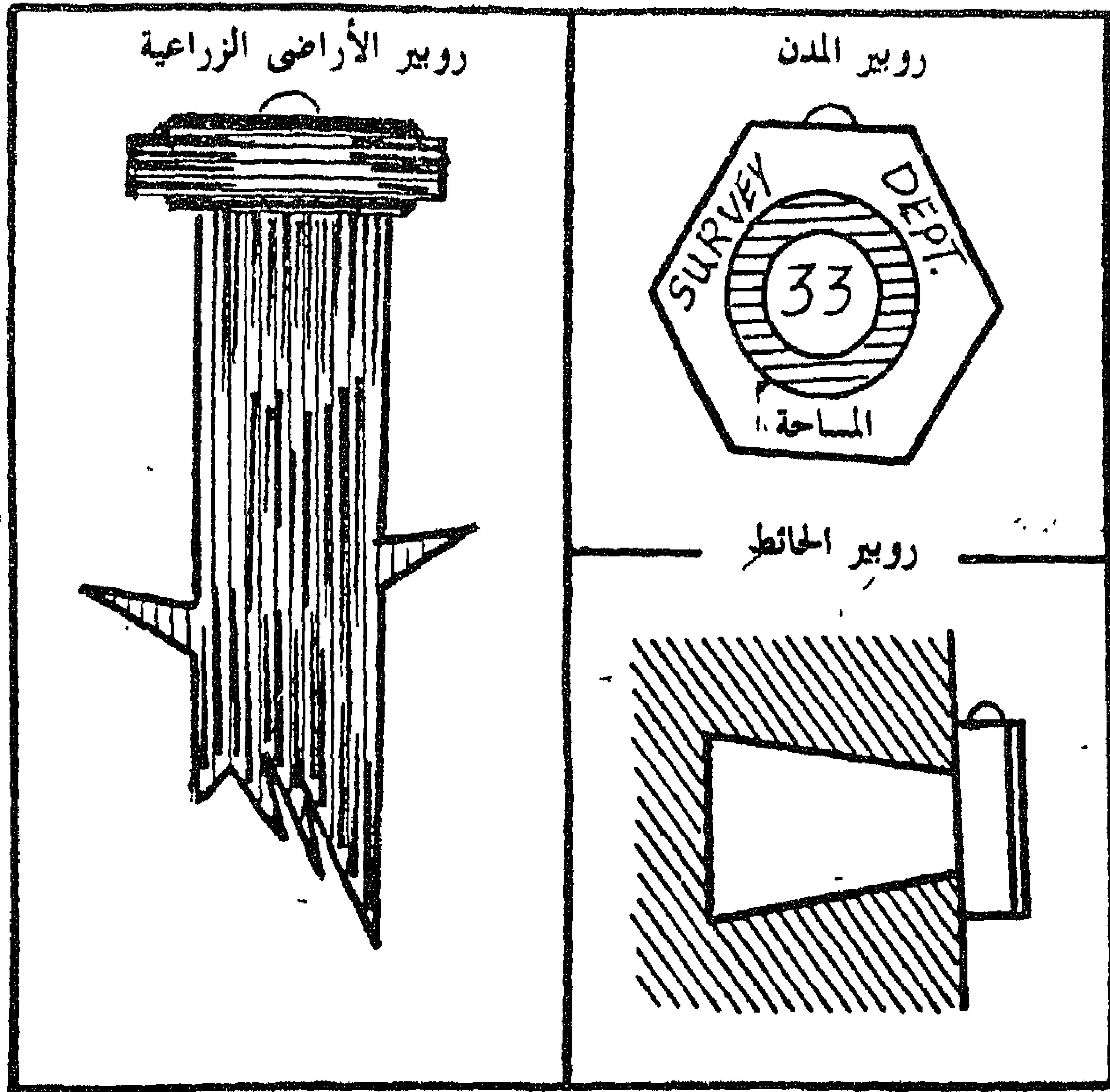
### ــ علامات الروبير :

الروبير علامة مساحية تدل على موقع نقطة على سطح الأرض سبق حساب منسوبها ، وتمثل نقط بدايات لإجراء أى ميزانية جديدة . والروبير عبارة عن علامة من الحديد تثبت فى جدران المبانى الثابتة فى المدن ، وتغرس فى الأرض فى الأراضى الزراعية ولكل منها رقم مسجل فى سجل يوضح موقع كل روبير ومنسوبه ورقمه . ( شكل رقم ١٤٦ ) .

ــ بعد تحديد منسوب نقطة بداية الميزانية يتم حساب مناسيب بقية نقط الميزانية بإحدى الطرق الآتية :

### أولاً : طريقة منسوب سطح الميزان :

يتم حساب مناسيب النقط بتحديد منسوب سطح الميزان فى كل وضع من أوضاع الميزان ليصبح مستوى مقارنة لجميع النقط التى تم رصد قراءات القامة




( شكل رقم ١٤٦ )

أنواع الروبيرات

عندها ، إذ أن كل نقطة من هذه النقط تنخفض عن منسوب سطح الميزان بمقدار قراءة القامة . ( شكل رقم ١٤٧ ) .

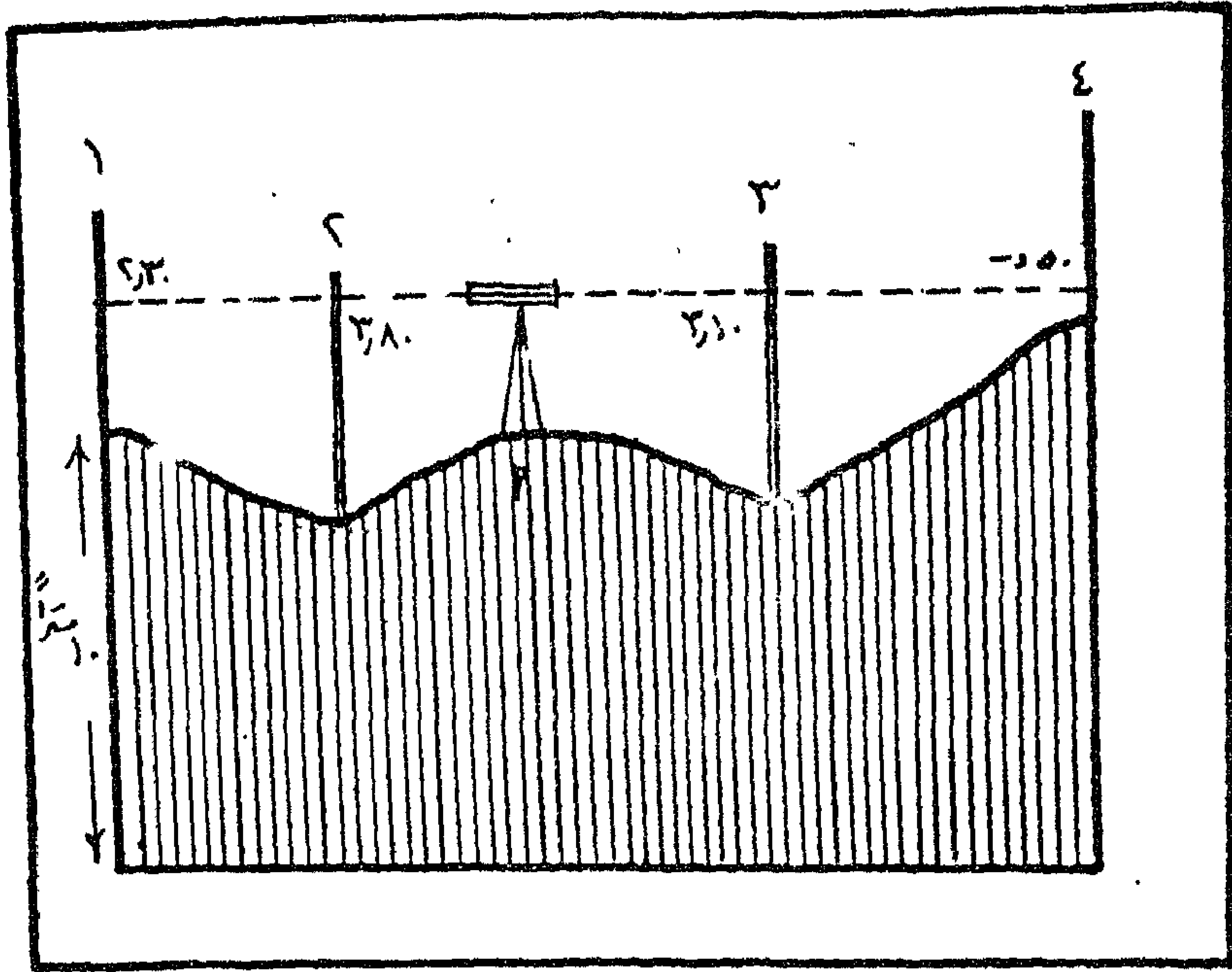
١ ــ منسوب سطح الميزان = قراءة المؤخرة + منسوب نقطة المؤخرة .

٢ ــ منسوب أى نقطة = منسوب سطح الميزان – القراءة عند هذه النقطة .

ــ منسوب سطح الميزان الموضوع أفقياً عند النقطة أ هو :

= المنسوب المعلوم للنقطة رقم ( ١ ) + قراءة القامة عليها ( المؤخرة ) .

= ١٠ + ٢,٣٠ = ١٢,٣٠ متراً




( شكل رقم ١٤٧ )
حساب المناسيب بطريقة منسوب سطح الميزان

ـــ منسوب النقطة رقم ( ٢ ) هو :
= منسوب سطح الميزان − قراءة القامة عليها ( متوسطة ) .
= ١٢,٣٠ − ٣,٨٠ = ٨,٥٠ متراً .

ـــ منسوب النقطة رقم ( ٣ ) هو :
= منسوب سطح الميزان − قراءة القامة عليها ( متوسطة ) .
= ١٢,٣٠ − ٣,١٠ = ٩,٢٠ متراً .

ـــ منسوب النقطة رقم ( ٤ ) هو :
= منسوب سطح الميزان − قراءة القامة عليها ( مقدمة ) .
= ١٢,٣٠ − ٠,٥٠ = ١١,٨٠ متراً .

ويتكرر حساب منسوب سطح الميزان لكل وضع من أوضاع الميزان على حدة ومنه تحسب مناسيب النقط التى تم رصدها من هذا الوضع .

**مثال :**

الجدول الآتى ايوضح أرصاد ميزانية طولية أجريت على محور طريق والمطلوب حساب مناسيب النقط على طول محور الميزانية إذا كانت أول نقط الميزانية روبيراً منسوبه ١٢,١٥ متراً .

| الرقم | القراءات خ | القراءات م | القراءات ق | م. س. م. | المنسوب | المسافة | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٣,١٠ | | | ١٥,٢٥ | ١٢,١٥ | صفر | روبير |
| ٢ | | ٢,٣٠ | | | ١٢,٩٥ | ٢٥ | |
| ٣ | ١,١٥ | | ١,٦٠ | ١٤,٨٠ | ١٣,٦٥ | ٥٠ | نقطة دوران |
| ٤ | | ٢,٤٠ | | | ١٢,٤٠ | ٧٥ | |
| ٥ | | ٣,٦٠ | | | ١١,٢٠ | ١٠٠ | |
| ٦ | ٢,٦٠ | | ٢,٧٠ | ١٤,٧٠ | ١٢,١٠ | ١٢٥ | نقطة دوران |
| ٧ | | ١,١٠ | | | ١٣,٦٠ | ١٥٠ | |
| ٨ | | ١,٩٠ | | | ١٢,٨٠ | ١٧٥ | |
| ٩ | ٢,١٨ | | ٣,١٥ | ١٣,٧٣ | ١١,٥٥ | ٢٠٠ | نقطة دوران |
| ١٠ | ٢,٨٢ | | ١,١٠ | ١٥,٤٥ | ١٢,٦٣ | ٢٢٥ | نقطة دوران |
| ١١ | | | ٣,١١ | | ١٢,٣٤ | ٢٥٠ | |

١ ــ بجمع قراءة المؤخرة على منسوب أول نقطة ينتج منسوب سطح الميزان للوضع الأول ( ١٥,٢٥ ) تطرح منه قراءة النقطة ٢ ، والنقطة ٣ فينتج منسوب النقطتين .

٢ ــ بجمع قراءة المؤخرة عند النقطة ٣ على منسوبها المحسوب ينتج منسوب سطح الميزان للوضع الثانى ( ١٤,٨٠ ) تطرح منه قراءات نقط الوضع الثانى وهى ٤ ، ٥ ، ٦ فينتج مناسيبها .

٣ ــ بجمع قراءة المؤخرة عند النقطة ٦ على منسوبها المحسوب ينتج منسوب سطح الميزان للوضع الثالث ( ١٤,٧٠ ) تطرح منه قراءات نقط الوضع الثالث ٧ ، ٨ ، ٩ فينتج مناسيبها .

٤ ــ بجمع قراءة المؤخرة عند النقطة ٩ على منسوبها المحسوب ينتج منسوب سطح الميزان للوضع الرابع ( ١٣,٧٣ ) تطرح منه قراءات نقط الوضع الرابع وهى النقطة ١٠ فقط .

٥ ــ بجمع قراءة المؤخرة عند النقطة ١٠ على منسوبها المحسوب ينتج منسوب سطح الميزان للوضع الخامس ( ١٥,٤٥ ) يطرح منها قراءات نقط الوضع الخامس وهى النقطة ١١ فقط آخر نقط الميزانية ( المقدمة ) .

ــ وللتأكد من صحة العمل الحسابى والجمع والطرح يتم تحقيق العمل الحسابى من العلاقات :

١ ــ عدد المؤخرات = عدد المقدمات

٥ = ٥

٢ ــ مجموع المؤخرات ــ مجموع المقدمات = منسوب آخر نقطة ــ منسوب أول نقطة .

١١,٨٥ ــ ١١,٦٦ = ١٢,٣٤ ــ ١٢,١٥

٠,١٩ = ٠,١٩

وبذلك يكون العمل الحسابى صحيحاً .

## ثانياً : طريقة الإرتفاع والإنخفاض :

ويتم فيها حساب مناسيب النقط بعد حساب مقدار إرتفاع أو إنخفاض كل نقطة عن النقطة التى تسبقها . ويدون ذلك فى خانة خاصة ، ثم تحسب المناسيب بإضافة الإرتفاعات وطرح الإنخفاضات . وتتميز هذه الطريقة رغم زيادة عبء العمل الحسابى إلا أن التحقيق الحسابى يدخل فى إعتباره كل نقط الميزانية ، على عكس طريقة سطح الميزان التى يتم التحقيق الحسابى على أساس المؤخرات والمقدمات فقط .

ويتم حساب المناسيب بإتباع الخطوات الآتية :

١ ــ يتم التعامل مع أرصاد الجدول لكل وضع من أوضاع الميزان على حدة أى من المؤخرة إلى المقدمة وما بينهما من متوسطات إن وجدت .

٢ ــ يتم مقارنة القراءة السابقة بالقراءة التالية ويكون الفرق بينهما إرتفاعاً إذا كانت القراءة التالية أصغر من القراءة السابقة ويكون الفرق بينهما إنخفاضاً إذا كانت القراءة التالية أكبر من القراءة السابقة .

٣ ــ فى المثال قراءات الوضع الأول على الترتيب ٣,١٠ ــ ٢,٣٠ ــ ١,٦٠ النقطة الثانية ترتفع عن أول نقطة لأنها أصغر منها بمقدار الفرق بينهما ٠,٨٠ تسجل فى خانة الإرتفاع ــ والنقطة الثالثة ترتفع عن النقطة الثانية بمقدار الفرق بينهما لأن قراءتها أقل أيضاً ٠,٧٠ وتسجل فى خانة الإرتفاع .

٤ ــ قراءات الوضع الثانى ١,١٥ ــ ٢,٤٠ ــ [illegible] ــ ٢,٧٠ النقطة الرابعة تنخفض عن النقطة الثالثة لأن قراءتها أكبر بمقدار الفرق بين القراءتين ١,٢٥ والنقطة الخامسة [illegible]ض عن النقطة الرابعة لأن قراءتها أكبر بمقدار الفرق بينهما ١,٢٠ على حين ترتفع النقطة السادسة بمقدار ٠,٩٠ عن النقطة الخامسة لأن قراءتها أصغر .

٥ ــ قراءات الوضع الثالث ٢,٦٠ ــ ١,١٠ ــ ١,٩٠ ــ ٣,١٥ النقطة السابعة ترتفع عن النقطة السادسة بمقدار الفرق بين قراءتيهما ١,٥٠ لأن قراءة النقطة السابعة أصغر ، والنقطة الثامنة تنخفض عن النقطة السابعة بمقدار الفرق بينهما ٠,٨٠ لأن قرائتها أكبر ، والنقطة التاسعة تنخفض عن النقطة الثامنة بمقدار ١,٢٥ لأن قراءتها أكبر من قراءة النقطة الثامنة .

٦ ــ قراءات الوضع الرابع من أوضاع الميزان ٢,١٨ ــ ١,١٠ النقطة العاشرة ترتفع عن النقطة التاسعة بمقدار ١,٠٨ لأن قراءة القامة عليها أصغر من القراءة فوق النقطة التاسعة .

٧ ــ قراءات الوضع الخامس من أوضاع الميزان ٢,٨٢ ــ ٣,١١ ومنها يتضح أن النقطة الحادية عشرة تنخفض بمقدار ٠,٢٩ عن النقطة العاشرة لأن القراءة عندها أكبر منها على النقطة العاشرة .

| الرقم | القراءات خ | القراءات م | القراءات ق | إرتفاع | إنخفاض | المنسوب | المسافة | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٣,١٠ | | | | | ١٢,١٥ | صفر | روبير |
| ٢ | | ٢,٣٠ | | ٠,٨٠ | | ١٢,٩٥ | ٢٥ | |
| ٣ | ١,١٥ | | ١,٦٠ | ٠,٧٠ | | ١٣,٦٥ | ٥٠ | نقطة دوران |
| ٤ | | ٢,٤٠ | | | ١,٢٥ | ١٢,٤٠ | ٧٥ | |
| ٥ | | ٣,٦٠ | | | ١,٢٠ | ١١,٢٠ | ١٠٠ | |
| ٦ | ٢,٦٠ | | ٢,٧٠ | ٠,٩٠ | | ١٢,١٠ | ٢٥ | نقطة دروان |
| ٧ | | ١,١٠ | | ١,٥٠ | | ١٣,٦٠ | ١٥٠ | |
| ٨ | | ١,٩٠ | | | ٠,٨٠ | ١٢,٨٠ | ١٧٥ | |
| ٩ | ٢,١٨ | | ٣,١٥ | | ١,٢٥ | ١١,٥٥ | ٢٠٠ | نقطة دوران |
| ١٠ | ٢,٨٢ | | ١,١٠ | ١,٠٨ | | ١٢,٦٣ | ٢٢٥ | نقطة دروان |
| ١١ | | | ٣,١١ | | ٠,٢٩ | ١٢,٣٤ | ٢٥٠ | |

٨ ــ لما كان منسوب النقطة الأولى معلوماً ( نقطة روبير ) يتم حساب مناسيب النقط كالآتى :

ــ فى حالة الإرتفاع يضاف مقدار الإرتفاع إلى منسوب النقطة السابقة لها .

ــ فى حالة الإنخفاض يطرح مقدار الإنخفاض من منسوب النقطة السابقة لها .

وبذلك يتم حساب مناسيب جميع نقط الميزانية وتسجل فى الجدول .

٩ ــ للتأكد من صحة الأعمال الحسابية من جمع وطرح يجب إجراء التحقيق الحسابى بالعلاقة الآتية :

١ ــ عدد المؤخرات = عدد المقدمات

٥ = ٥

٢ ـ يجب أن يكون نتائج العلاقات الآتية متساوية :

أ ـ مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات

ب ـ منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة

جـ ـ مجموع الإرتفاعات - مجموع الإنخفاضات

وفى المثال :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ـ مجموع المؤخرات | - | مجموع المقدمات | | |
| ١١,٨٥ | - | ١١,٦٦ | = | ٠,١٩ |
| ـ منسوب آخر نقطة | - | منسوب أول نقطة | | |
| ١٢,٣٤ | - | ١٢,١٥ | = | ٠,١٩ |
| ـ مجموع الإرتفاعات | - | مجموع الإنخفاضات | | |
| ٤,٩٨ | - | ٤,٧٩ | = | ٠,١٩ |

وبذلك ينتهى العمل الحسابى للميزانية بطريقة الإرتفاع والإنخفاض .

### ٣ ـ رسم القطاع الطولى :

بعد إجراء الميزانية مساحياً فى الطبيعة وحساب مناسيب النقط بإحدى الطريقتين وتحقيق العمل الحسابى فى المكتب ، يتم رسم القطاع الطولى الذى يوضح شكل سطح الأرض إرتفاعاً وإنخفاضاً منسوباً إلى مستوى المقارنة على طول محور الميزانية من بدايتها إلى نهايتها . مما يفيد فى الدراسات الجغرافية وفى الدراسات التى تسبق أعمال التصميم والتشييد للطرق أو شبكات الصرف أو الترع والمصارف أو خطوط أنابيب النفط وغيرها من الظواهر الجغرافية التى تمتد إمتداداً طولياً .

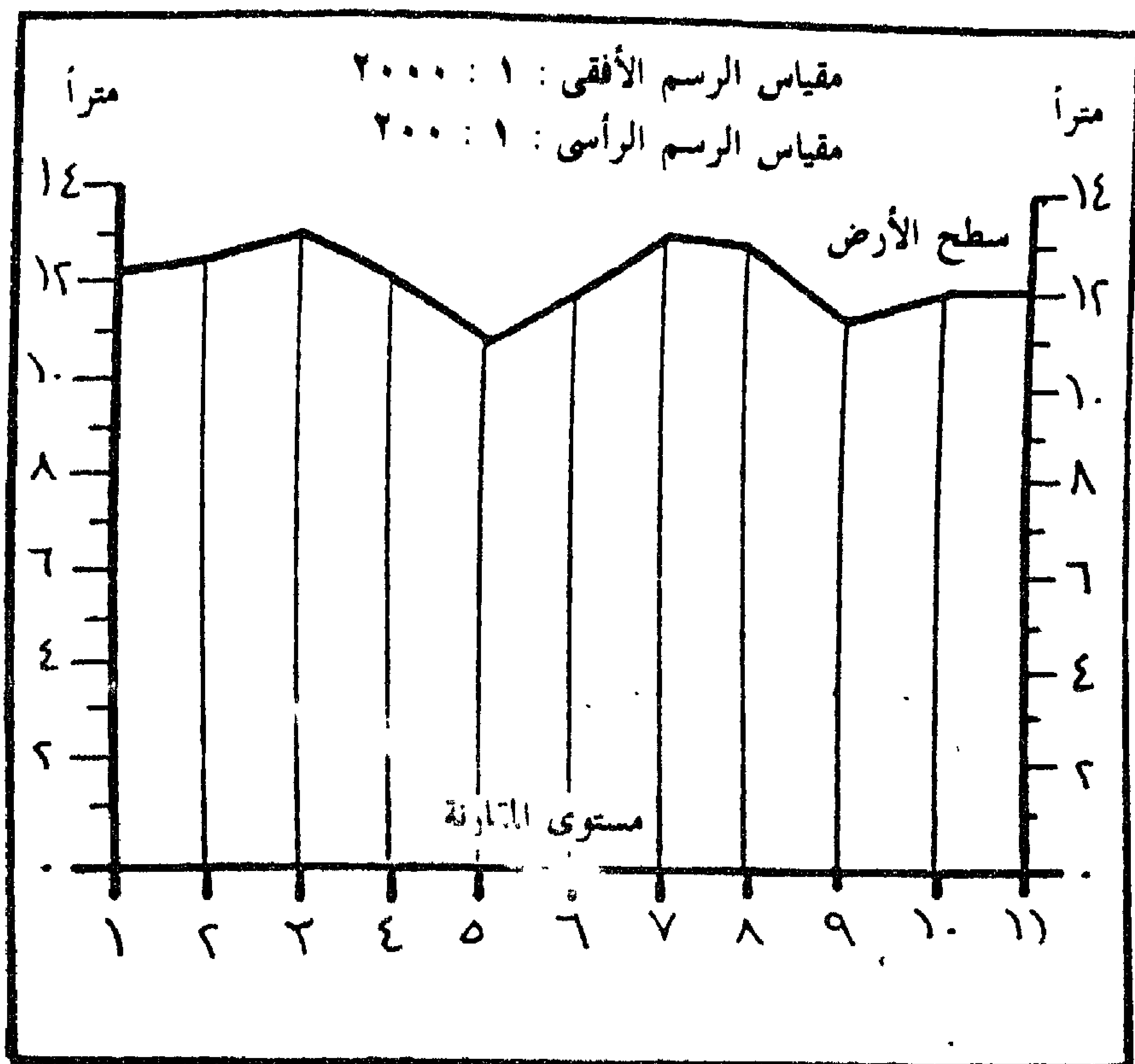
ويتم رسم القطاع الطولى من واقع المناسيب التى تم رفعها وحسابها بإستخدام الميزانية الطولية البسيطة منها أو المتسلسلة .

ويستعمل لتوقيع خط القطاع ورق الرسم المقسم إلى سنتيمترات وملليمترات لتسهيل عملية الرسم وتتبع الخطوات الآتية :

١ ــ يختار مقياساً للرسم لتوقيع البعد الأفقى بين نقطة بداية الميزانية ونقطة نهايتها طبقاً للمسافات بين نقط الميزانية التى تم قياسها فى الطبيعة عند التخطيط لإجراء الميزانية . ثم يرسم خطاً أفقياً يمثل مستوى المقارنة ( المسافة على طول محور الميزانية فى المثال كانت ٢٥٠ متراً وبإتخاذ مقياس للرسم ١ : ٢٠٠٠ يكون الطول المقابل على الرسم ١٢,٥ سم تقسم إلى مسافات متساوية تساوى المسافات بين نقط الميزانية كل ٢٥ متراً أى يكون طول القسم المقابل على الرسم تبعاً لمقياس الرسم المختار ١,٢٥ سم ) وترقم تبعاً لتسلسل نقط الميزانية .

٢ ــ يتم إختيار مقياساً آخر للرسم لبيان البعد الثالث ( الإرتفاعات والإنخفاضات ) تبعاً لمناسيب النقط التى تم حسابها فى جدول الميزانية ــ ومقياس الرسم الرأسى هذا فيه قدر من المبالغة إذ يصعب بيان الأبعاد الرأسية بنفس مقياس رسم الأبعاد الأفقية لأن الإمتداد الأفقى على سطح الأرض يفوق أى إرتفاع وإنخفاض موجود لأى ظاهرة جغرافية طبيعية أو بشرية على سطح الأرض . ( أعلى منسوب حسب جدول الميزانية كان ١٣,٦٥ متراً بإختيار مقياس ١ : ٢٠٠ يكون كل ١ سم على الرسم يقابل ٢ متراً فى الطبيعة إرتفاعاً أو إنخفاضاً ) . يتم رسم عمودين من نهايتى الخط الأفقى الذى رسم يمثل مستوى المقارنة بطول ٧ سم ، ويقسم كلا منهما إلى أقسام كل ١ سم ويكتب أمام كل قسم مقابله فى الطبيعة إبتداء من الصفر عند قاعدة العمود عند مستوى المقارنة .

٣ ــ عند كل نقطة على المحور الأفقى للقطاع يحدد بعداً رأسياً يتناسب فى طوله مع المنسوب المقابل لهذه النقطة من واقع جدول الميزانية ، ثم يتم توصيل نهايات هذه الأبعاد بخط منكسر بالمسطرة يمثل القطاع الطولى المطلوب .




( شكل رقم ١٤٨ )

القطاع الطولى

**مثال :**

أجريت ميزانية طولية متسلسلة على طول محور أحد المصارف فكانت قراءات القامة عند النقط التى تبعد عن بعضها بأبعاد متساوية كل ٢٠ متراً كالآتى :

٣,١٠ — ٢,١٧ — ٢,٥٤ — ( ٢,١٠ ) — ٣,٤٨ — ٣,١٠ —
٢,٩٥ — ( ١,٣٥ ) — ٢,٤٤ — ٣,١٩ — ٣,٤٥ — ( ٣,٠٠ ) —
٢,٦٥ — ١,١٤ — ( ١,٥٢ ) .

فإذا كانت القراءات بين الأقواس مقدمات وكان منسوب النقطة الأولى

١٠,١٠ متر . إحسب فى جدول ميزانية مناسيب النقط بطريقة سطح الميزان وطريقة الإرتفاع والإنفخاض مع تحقيق العمل الحسابى .

**حساب المناسيب :**

١ ــ يصمم جدول أرصاد ميزانية وترتب القراءات بحيث تدون كل قراءة فى موضعها الصحيح فى الجدول ويتم ذلك بمراجعة القراءات والتى تبين أن كل قراءة بين قوسين هى لمقدمة أى ينتهى عندها وضع من أوضاع الميزان ليبدأ منها وضع جديد للميزان ومن ثم فإن القراءة التالية لها مباشرة هى قراءة للقامة فى نفس الموضع من وضع جديد للميزان أى مؤخرة .

وعلى ذلك تكون القراءات التى تدون فى خانة المؤخرات هى القراءة الأولى بإعتبارها بداية العمل المساحى والقراءة الخامسة والقراءة التاسعة والقراءة الثالثة عشرة .

٢ ــ القراءات بين الأقواس مقدمات وهى القراءات الرابعة والثامنة والثانية عشرة بالإضافة إلى القراءة الأخيرة نهاية العمل المساحى .

٣ ــ بقية القراءات عبارة عن متوسطات لكل وضع من أوضاع الميزان . وبذلك يكون ترتيب القراءات فى جدول الميزانية لكل وضع من أوضاع الميزان كالآتى :

**ــ الوضع الأول :**

٣,١٠ مؤخرة بداية الميزانية ٢,١٧ متوسطة ــ ٢,٥٤ متوسطة ــ ٢,١٠ مقدمة وتدون فى الجدول بترتيب النقط وفى الخانات المخصصة لكل قراءة .

**ــ الوضع الثانى :**

٣,٤٨ مؤخرة وتدون على نفس السطر مع مقدمة الوضع الأول ويسجل فى خانة الملاحظات أن هذه النقطة هى نقطة دوران ــ ٣,١٠ متوسطة ــ ٢,٩٥ متوسطة ــ ١,٣٥ مقدمة .

| الرقم | القراءات | | | م. س. م. | المنسوب | المسافة | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | خ | م | ق | | | | |
| ١ | ٣,١٠ | | | ١٣,٢٠ | ١٠,١٠ | صفر | معلومةالمنسوب |
| ٢ | | ٢,١٧ | | | ١١,٠٣ | ٢٠ | |
| ٣ | | ٢,٥٤ | | | ١٠,٦٦ | ٤٠ | |
| ٤ | ٣,٤٨ | | ٢,١٠ | ١٤,٥٨ | ١١,١٠ | ٦٠ | نقطة دوران |
| ٥ | | ٣,١٠ | | | ١١,٤٨ | ٨٠ | |
| ٦ | | ٢,٩٥ | | | ١١,٦٣ | ١٠٠ | |
| ٧ | ٢,٤٤ | | ١,٣٥ | ١٥,٦٧ | ١٣,٢٣ | ١٢٠ | نقطة دوران |
| ٨ | | ٣,١٩ | | | ١٢,٤٨ | ١٤٠ | |
| ٩ | | ٣,٤٥ | | | ١٢,٢٢ | ١٦٠ | |
| ١٠ | ٢,٦٥ | | ٣,٠٠ | ١٥,٣٢ | ١٢,٦٧ | ١٨٠ | نقطة دوران |
| ١١ | | ١,١٤ | | | ١٤,١٨ | ٢٠٠ | |
| ١٢ | | | ١,٥٢ | | ١٣,٨٠ | ٢٢٠ مترا | |

**ـ الوضع الثالث :**

٢,٤٤ مؤخرة تدون على سطر واحد مع مقدمة الوضع الثانى لأنها نقطة دوران ٣,١٩ متوسطة ـ ٣,٤٥ متوسطة ـ ٣,٠٠ مقدمة .

**ـ الوضع الرابع :**

٢,٦٥ مؤخرة تسجل على نفس السطر مع مقدمة الوضع الثالث لأنها نقطة دوران ٢,١٤ متوسطة ـ ١,٥٢ مقدمة ونهاية الميزانية الطولية المتسلسلة .

٤ ـ يتم تسجيل النقط فى الجدول فى خانة القراءات وترقم النقط ويسجل منسوب النقطة الأولى معلومة المنسوب ١٠,١٠ متراً ويدون فى خانة الملاحظات أنها نقطة معلومة المنسوب .

١٠,١٠ متر . إحسب فى جدول ميزانية مناسيب النقط بطريقة سطح الميزان وطريقة الإرتفاع والإنفخاض مع تحقيق العمل الحسابى .

**حساب المناسيب :**

١ ــ يصمم جدول أرصاد ميزانية وترتب القراءات بحيث تدون كل قراءة فى موضعها الصحيح فى الجدول ويتم ذلك بمراجعة القراءات والتى تبين أن كل قراءة بين قوسين هى لمقدمة أى ينتهى عندها وضع من أوضاع الميزان ليبدأ منها وضع جديد للميزان ومن ثم فإن القراءة التالية لها مباشرة هى قراءة للقامة فى نفس الموضع من وضع جديد للميزان أى مؤخرة .

وعلى ذلك تكون القراءات التى تدون فى خانة المؤخرات هى القراءة الأولى بإعتبارها بداية العمل المساحى والقراءة الخامسة والقراءة التاسعة والقراءة الثالثة عشرة .

٢ ــ القراءات بين الأقواس مقدمات وهى القراءات الرابعة والثامنة والثانية عشرة بالإضافة إلى القراءة الأخيرة نهاية العمل المساحى .

٣ ــ بقية القراءات عبارة عن متوسطات لكل وضع من أوضاع الميزان .

وبذلك يكون ترتيب القراءات فى جدول الميزانية لكل وضع من أوضاع الميزان كالآتى :

**ــ الوضع الأول :**

٣,١٠ مؤخرة بداية الميزانية ٢,١٧ متوسطة ــ ٢,٥٤ متوسطة ــ ٢,١٠ مقدمة وتدون فى الجدول بترتيب النقط وفى الخانات المخصصة لكل قراءة .

**ــ الوضع الثانى :**

٣,٤٨ مؤخرة وتدون على نفس السطر مع مقدمة الوضع الأول ويسجل فى خانة الملاحظات أن هذه النقطة هى نقطة دوران ــ ٣,١٠ متوسطة ــ ٢,٩٥ متوسطة ــ ١,٣٥ مقدمة .

| الرقم | القراءات | | | م. س. م. | المنسوب | المسافة | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | خ | م | ق | | | | |
| ١ | ٣,١٠ | | | ١٣,٢٠ | ١٠,١٠ | صفر | معلومة المنسوب |
| ٢ | | ٢,١٧ | | | ١١,٠٣ | ٢٠ | |
| ٣ | | ٢,٥٤ | | | ١٠,٦٦ | ٤٠ | |
| ٤ | ٣,٤٨ | | ٢,١٠ | ١٤,٥٨ | ١١,١٠ | ٦٠ | نقطة دوران |
| ٥ | | ٣,١٠ | | | ١١,٤٨ | ٨٠ | |
| ٦ | | ٢,٩٥ | | | ١١,٦٣ | ١٠٠ | |
| ٧ | ٢,٤٤ | | ١,٣٥ | ١٥,٦٧ | ١٣,٢٣ | ١٢٠ | نقطة دوران |
| ٨ | | ٣,١٩ | | | ١٢,٤٨ | ١٤٠ | |
| ٩ | | ٣,٤٥ | | | ١٢,٢٢ | ١٦٠ | |
| ١٠ | ٢,٦٥ | | ٣,٠٠ | ١٥,٣٢ | ١٢,٦٧ | ١٨٠ | نقطة دوران |
| ١١ | | ١,١٤ | | | ١٤,١٨ | ٢٠٠ | |
| ١٢ | | | ١,٥٢ | | ١٣,٨٠ | ٢٢٠ متراً | |

**ـــ الوضع الثالث :**

٢,٤٤ مؤخرة تدون على سطر واحد مع مقدمة الوضع الثانى لأنها نقطة دوران ٣,١٩ متوسطة ـــ ٣,٤٥ متوسطة ـــ ٣,٠٠ مقدمة .

**ـــ الوضع الرابع :**

٢,٦٥ مؤخرة تسجل على نفس السطر مع مقدمة الوضع الثالث لأنها نقطة دوران ١,١٤ متوسطة ـــ ١,٥٢ مقدمة ونهاية الميزانية الطولية المتسلسلة .

٤ ـــ يتم تسجيل النقط فى الجدول فى خانة القراءات وترقم النقط ويسجل منسوب النقطة الأولى معلومة المنسوب ١٠,١٠ متراً ويدون فى خانة الملاحظات أنها نقطة معلومة المنسوب .

٥ ـ يتم حساب المناسيب :

**أ ـ بطريقة سطح الميزان :**

التحقيق السحابى :

١ ـ عدد المؤخرات = عدد المقدمات

٤ = ٤

٢ ـ مجموع المؤخرات − مجموع المقدمات = ١١,٦٧ − ٧,٩٧

= ٣,٧

٣ ـ منسوب آخر نقطة − منسوب أول نقطة = ١٣,٨٠ − ١٠,١٠

= ٣,٧

العمل الحسابى صحيح .

**ب ـ بطريقة الإرتفاع والإنفخاض :**

التحقيق الحسابى :

١ ـ عدد المؤخرات = عدد المقدمات = ٤,٠٠

٢ ـ مجموع المؤخرات − مجموع المقدمات

١١,٦٧ − ٧,٩٧ = ٣,٧٠

٣ ـ منسوب آخر نقطة − منسوب أول نقطة

١٣,٨٠ − ١٠,١٠ = ٣,٧٠

٤ ـ مجموع الإرتفاعات − مجموع الإنخفاضات

٥,٤٦ − ١,٧٦ = ٣,٧٠

العمل الحسابى صحيح .

| الرقم | القراءات خ | القراءات م | القراءات ق | إرتفاع | إنخفاض | المنسوب | المسافة | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٣,١٠ | | | | | ١٠,١٠ | صفر | معلومة المنسوب |
| ٢ | | ٢,١٧ | | ٠,٩٣ | | ١١,٠٣ | ٢٠ | |
| ٣ | | ٢,٥٤ | | | ٠,٣٧ | ١٠,٦٦ | ٤٠ | |
| ٤ | ٣,٤٨ | | ٢,١٠ | ٠,٤٤ | | ١١,١٠ | ٦٠ | دوران |
| ٥ | | ٣,١٠ | | ٠,٣٨ | | ١١,٤٨ | ٨٠ | |
| ٦ | | ٢,٩٥ | | ٠,١٥ | | ١١,٦٣ | ١٠٠ | |
| ٧ | ٢,٤٤ | | ١,٣٥ | ١,٦٠ | | ١٣,٢٣ | ١٢٠ | دوران |
| ٨ | | ٣,١٩ | | | ٠,٧٥ | ١٢,٤٨ | ١٤٠ | |
| ٩ | | ٣,٤٥ | | | ٠,٢٦ | ١٢,٢٢ | ١٦٠ | |
| ١٠ | ٢,٦٥ | | ٣,٠٠ | ٠,٤٥ | | ١٢,٦٧ | ١٨٠ | دوران |
| ١١ | | ١,١٤ | | ١,٥١ | | ١٤,١٨ | ٢٠٠ | |
| ١٢ | | | ١,٥٢ | | ٠,٣٨ | ١٣,٨٠ | ٢٢٠ | |

# الميزانية الشبكية

تستخدم الميزانية الشبكية لتحديد مناسيب سطح الأرض فى منطقة تتميز بخفة التضاريس بهدف إنشاء خريطة كنتورية للمنطقة ، أو بغرض إجراء عمليات تسوية الأراضى للمشروعات الهندسية أو التسوية على مبول معينة لإقامة مشروعات الرى والصرف وما شابه ذلك من أغراض . ويتبع فى إجراء الميزانية الشبكية عدد من الطرق تختلف فى أسلوب التنفيذ إلا أنها تتفق جميعاً فى الغاية وهى تحديد مناسيب أكبر عدد من النقط فى المنطقة المطلوب إجراء الميزانية الشبكية بها .

**ــ الميزانية الشبكية بطريقة شبكة المربعات :**

١ ــ بعد عملية الإستكشاف وتحديد إمتداد المنطقة فى جميع الإتجاهات يتم إختيار ضلع مضلع بإمتداد حدود المنطقة ويفضل أن يكون خارج حدودها بمسافة صغيرة .

٢ــ يتم تقسيم طول هذا الخط إلى عدد من الأطوال الصغيرة المتساوية وكلما زاد عدد الأقسام كلما زاد عدد نقط المناسيب وبالتالى زيادة دقة الميزانية الشبكية ونتائج العمل المترتب على نتائجها .

٣ ــ من أقرب نقطة روبير يتم إجراء ميزانية طولية متسلسلة إلى أول نقطة من نقط الضلع لتصبح نقطة معلومة المنسوب .

٤ ــ تجرى ميزانية طولية على طول الضلع لتحديد مناسيب نقط التقسيم التى ستعتبر بدايات لميزانيات طولية . وبذلك ينتج لدينا ضلع مجاور للمنطقة مقسم إلى أقسام صغيرة الطول فى نقط محددة بأوتاد ترقم أو يتم ترميزها على كروكى المنطقة .

٥ ــ من نقطة التقسيم يتم إقامة أعمدة على الضلع المختار تمتد بإمتداد حدود المنطقة بأدوات إقامة الأعمدة ( الشريط ــ المثلث المساح ــ المنشور المرئى ــ البانتومتر ) وتقسم هذه الأعمدة إلى أقسام متساوية ومساوية لأطوال أقسام الضلع الأساسى ويثبت فى كل قسم منها وتد خشبى أو زاوية حديد تبعاً لطبيعة أرض المنطقة . توقع هذه الأعمدة على

الكروكى وترقم بترتيب واحد إبتداء من الضلع الأساسى ، بذلك تنقسم المنطقة إلى عدد من المربعات محددة رءوسها بأوتاد فى الطبيعة وبأرقام مسلسلة على الكروكى .

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ٥ | ٥ | ٥ | ٥ | ٥ | ٥ |
| ٤ | ٤ | ٤ | ٤ | ٤ | ٤ |
| ٣ | ٣ | ٣ | ٣ | ٣ | ٣ |
| ٢ | ٢ | ٢ | ٢ | ٢ | ٢ |
| ١ | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ |
| أ | ب | جـ | د | هـ | و |

( شكل رقم ١٤٩ )
**هيكل الميزانية الشبكية**

٦ — يتم إجراء ميزانية طولية عادية على إمتداد العمود أ لتحديد مناسيب النقط أ$_1$ — أ$_2$ — أ$_3$ — أ$_4$ — أ$_5$ إبتداء من نقطة أ التى سبق حساب منسوبها على الضلع الأساسى .

٧ — يتم إجراء ميزانية طولية عادية على إمتداد العمود ب لتحديد مناسيب النقط ب$_1$ — ب$_2$ — ب$_3$ — ب$_4$ — ب$_5$ إبتداء من نقطة ب التى سبق حساب منسوبها على الضلع الأساسى .

٨ — يتم إتباع نفس الخطوات بالنسبة للأعمدة الأخرى جـ — د — هـ — و بذلك يكون قد تم حساب منسوب كل ركن من أركان شبكة المربعات وعددها ٣٦ نقطة .

٩ — تبعاً لمقياس الرسم توقع شبكة مربعات مناظرة لشبكة المربعات التى تم إنشاؤها على الطبيعة .

١٠ — من واقع جداول الميزانية للضلع أ و وللأعمدة أ ، ب ، جـ ، د ، هـ وتدون مناسيب النقط المختلفة وبذلك يتم إجراء الميزانية الشبكية للمنطقة وتوظف هذه المناسيب فى الغرض الذى تمت من أجله سواء فى إنشاء خريطة كنتورية أو فى عمليات التسوية للمشروعات . ( شكل رقم ١٤٩ ) .

**تم بحمد الله ؟**

٨ ـــ يتم إتباع نفس الخطوات بالنسبة للأعمدة الأخرى جـ ـــ د ـــ هـ ـــ و وبذلك يكون قد تم حساب منسوب كل ركن من أركان شبكة المربعات وعددها ٣٦ نقطة .

٩ ـــ تبعاً لمقياس الرسم توقع شبكة مربعات مناظرة لشبكة المربعات التى تم إنشاؤها على الطبيعة .

١٠ـــ من واقع جداول الميزانية للضلع أ و وللأعمدة أ ، ب ، جـ، د ، هـ وتدون مناسيب النقط المختلفة وبذلك يتم إجراء الميزانية الشبكية للمنطقة وتوظف هذه المناسيب فى الغرض الذى تمت من أجله سواء فى إنشاء خريطة كنتورية أو فى عمليات التسوية للمشروعات . ( شكل رقم ١٤٩ ) .

**تم بحمد الله ؟**

# قائمة المراجع

## أولاً : مراجع اللغة العربية :


١ ـ أحمد أحمد السيد مصطفى : الجغرافيا العملية والخرائط ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٦ .

٢ ـ أحمد أحمد السيد مصطفى : الخرائط الكنتورية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٧ .

٣ ـ جوده حسنين جوده : الجغرافيا الطبيعية والخرائط ، منشأة المعارف ، الاسكندرية ١٩٨٢ .

٤ ـ جودة حسنين جودة : الجغرافيا المناخية والحيوية ، دار المعارف الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٩ .

٥ ـ جودة حسنين جودة : جغرافية لبنان الاقليمية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٥ .

٦ ـ صفوح خير : البحث الجغرافي مناهجه وأساليبه ، جامعة دمشق ، دمشق ١٩٧٨ .

٧ ـ علي شكري وزملاؤه : المساحة الطبوغرافية ، منشأة المعارف ، الاسكندرية ١٩٨١ .

٨ ـ علي شكري وزملاؤه : المساحة المستوية ، منشأة المعارف ، الاسكندرية ١٩٨٥ .

٩ ـ فايز محمد العيسوي : خرائط التوزيعات البشرية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٨

١٠ــ فتحى عبد العزيز أبو راضى : الجغرافيا العملية ومبادىء الخرائط ، دار المعارف الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٨ .
١١ــ فتحى عبد العزيز أبو راضى : خرائط التوزيعات الإجتماعية والإقتصادية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٩٠ .
١٢ــ فهمى هلالى أبو العطا : الطقس والمناخ ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٧٠ .
١٣ــ محمد صبحى عبد الحكيم وزميله : علم الخرائط ــ الأنجلو المصرية ، القاهرة ١٩٦٦ .
١٤ــ محمد فريد أحمد فتحى : المساحة للجغرافيين ، دار الجامعات المصرية ، الإسكندرية ١٩٨٣ .
١٥ــ محمد متولى موسى وزميله : قواعد الجغرافيا العملية ، مكتبة الآداب ، القاهرة ١٩٦٩ .
١٦ــ محمد محمد سطيحة : خرائط التوزيعات الجغرافية ، القاهرة ١٩٧١ .
١٧ــ نقولا إبراهيم : مساقط الخرائط ، منشأة المعارف ، الاسكندرية ١٩٨٢ .
١٨ــ هيئة الأرصاد الجوية : لوحة شفرات أرصاد الطقس .

## ثانياً : المراجع باللغة الإنجليزية :

1 - Bygott, M, A., : An Introdaction to Map work and Practical Geography. London, 1955.

2 - Dury, G, H., : Map Interpretation. New York, 1972.

3 - James, M., & Edward, M., : Introduction to surveying. New York, 1985.

4 - Jonathan, P., : Antique Maps. London, 1988.

5 - John, C., : Site surveying and Levelling, London, 1981.

6 - John, S, K., : Cartographic Design and Production. New York,
6 - 1989.

7 - Lioy d, A, B., : The story of Maps, New York, 1977.

8 - Monkhouse, F., & Wilkinson, H., : Map and Diagtams, London 1978.

9 - Roisz, E., : General Cartography. New York 1948.

10- Robinson, A, & Randall, D., S., : Elements of Cartography New York, 1969.